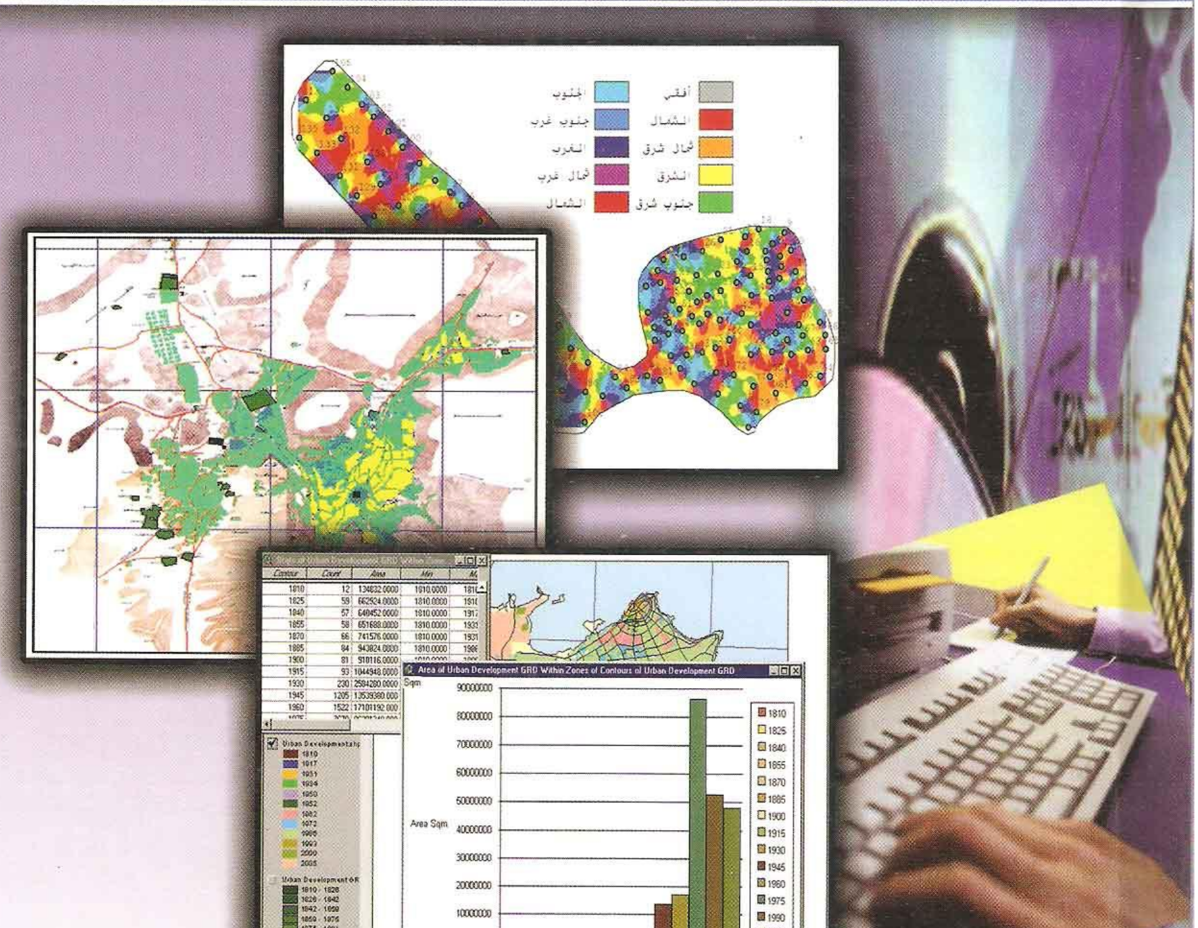


هذا الكتاب نسخة مجانية وصدقة جارية على أرواح
شهداء 25 يناير



تصميم الغلاف: إبراهيم عبد الفتاح ابومريم

دراسات تطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية



أ.د محمد الخزامي عزيز

أستاذ نظم المعلومات الجغرافية التطبيقية
قسم الجغرافيا - كلية العلوم الاجتماعية
جامعة الكويت

دار العلم



المؤلف في سطور

أ.د. محمد الخزامي عزيز

أستاذ نظم المعلومات الجغرافية التطبيقية Applied GIS
قسم الجغرافيا – كلية العلوم الاجتماعية – جامعة الكويت
aziz2005@gmx.at Aziz2025@gmail.com

* حاصل على لقب الزمالة الدولية في نظم المعلومات الجغرافية من المنظمة العالمية للجامعات التي تمنح درجة الماجستير في UNIGIS
* مصري، ولد عام 1955 في قرية أوليلة مركز ميت غمر محافظة الدقهلية.
* حصل على ليسانس الاداب شعبة الخرائط من جامعة المنيا عام 1978.
* سافر عام 1980 إلى النمسا للدراسة على نفقته الخاصة.
* حصل على درجة الماجستير في علم الخرائط عام 1985 من جامعة فيينا بالنمسا.
* حصل على درجة الدكتوراه في علم الخرائط عام 1985 من نفس الجامعة.
*عمل في تدريس الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في جامعة سالزبورج بالنمسا(1989 - 1987)،وجامعة قطر(1996 - 1989)، وجامعة الملك سعود بالرياض (1999 -1996)
* منذ عام 1999: يعمل أستاذاً لنظم المعلومات الجغرافية التطبيقية بجامعة الكويت.
* أسس العديد من المختبرات المتخصصة في الجامعات التي قام بالعمل فيها.
*أسس اللجنة الوطنية لتسيير نظم المعلومات الجغرافية بدولة الكويت
* قام بالتدريس وإلقاء محاضرات في العديد من الجامعات في كندا، وأمريكا، وألمانيا والنمسا.
* شارك في أكثر من 25 مؤتمراً عالمياً وإقليميا بتقديم أبحاث.
* نشر أكثر من 45 بحثاً متخصصاً باللغات الألمانية والانجليزية والعربية في دول عديدة.
* قام بتأليف أول معجم لمصطلحات نظم المعلومات الجغرافية عام 1992، وأصدر عدد من الكتب والأطالس المدرسية كمؤلف منفرد أو مشارك.
* حصل على المركز الأول في جائزة راشد بن حميد للثقافة والعلوم بإمارة عجمان عام 1991 ببحث حول نظم المعلومات الجغرافية في مجال حماية البيئة الخليجية.

بمناسبة انضمامي الى الهيئة التدريسية بجامعة الفيوم - مصر
(كأستاذ لنظم المعلومات الجغرافية التطبيقية GIS)
وصدقة جارية على أرواح شهداء 25 يناير
الذين كانوا بتضحياتهم شجعوني الى العودة الى مصر بعد 31 عاما من الغربة

دراسات تطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية

تأليف

أ.د. محمد الخزامي عزيز

أستاذ نظم المعلومات الجغرافية التطبيقية

قسم الجغرافيا – كلية العلوم الاجتماعية – جامعة الكويت

الحاصل على لقب الزمالة الدولية في UNIGIS عام ٢٠٠٦

الطبعة الأولى

٢٠٠٧

محتويات الكتاب

المقدمــة

باتت الدراسات التطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية تمثل أهمية بالغة في جميع مجالات التنمية الشاملة، وخاصة فيما يتعلق منها بدراسة المقومات الطبيعية والبشرية والاقتصادية للتنمية والحاجة المستمرة لتحقيق التنمية المستدامة، والتي لا يمكن أن تتحقق إلا إذا اعتمدت على نظم التحليل المكاني بهدف طرح أفضل البدائل لاختيار الموقع الأنسب للمشاريع التنموية أو النموذج الأفضل لاستغلال الموارد الطبيعية بما يحقق التنمية المستدامة.

ومن أهم المجالات التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية تأتي أيضاً التطبيقات المرتبطة بقضايا إعادة تخطيط الخدمات الحضرية مثل الصحية، والتعليمية، والسياحية، والأمنية، والصناعية، والإسكانية، وغيرها من ناحية، واتجاهات النمو السكاني من ناحية أخرى، وما يرافقها من قضايا الازدحام المروري، والتلوث البيئي، والتوزيع الأمثل للطاقة والمياه. وتضع تقنية نظم المعلومات الجغرافية في هذا السياق حلولاً جذرية تسهم في دعم متخذي القرار فيما يتعلق بإعادة تخطيط وتوزيع الخدمات الحضرية بما يحقق الارتقاء بمستوى المعيشة في المدن.

وتسهم أساليب النمذجة المعلوماتية المكانية Spatial Data Modeling والتي تمثل العمود الفقري لنظم المعلومات الجغرافية التحليلية Analytical GIS في الاستفادة المثلى من البيانات، وخاصة التي تتباين من حيث النوع والكم والمصدر، ويصعب التعامل معها بدون تحقيق التكامل المعلوماتي Data Integration، ومن ثم تحليل المتغيرات المكانية لمفردات تلك المعلومات واستخلاص خصائص التغير وتشخيص

العوامل المكانية وغير المكانية التي أدت بشكل مباشر أو غير مباشر إلى التغير ووضع حلول لمواجهة سلبيات التغير.

ويأتي هذا الكتاب كمجلد مرجعي لعدد من التطبيقات التي قمت بانجازها سواء بمفردي أو مع زملائي في مجالات عديدة تهم الدراسات البحثية المكانية جغرافية كانت أو تخطيطية أو بيئية.

ومن دواعي افتخاري تفضل الزميل الأستاذ الدكتور ناصر بن سلمى أستاذ الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية في قسم الجغرافيا بجامعة الملك سعود بتقديم هذا الكتاب، والتي أعتبرها شهادة علمية متجردة تماماً من أية مجاملات شخصية لأنه أستاذ نزيه يحترم تخصصه وزملاء التخصص لذلك لم يتردد لحظة عندما طلبتُ منه التفضل بتقديم الكتاب، فله الشكر والعرفان مادمتُ حيّاً.

ولا يسعني إلا أن أوجه جزيل الشكر إلى زوجتي (أم بلال) على مساندتها وتشجيعها لي طوال فترة إعداد الكتاب، وجزيل الشكر موصول إلى الأخ الفاضل الدكتور يعقوب يوسف الكندري، عميد كلية العلوم الاجتماعية بجامعة الكويت على تشجيعه المتواصل ومتابعته المباشرة لمراحل انجاز هذا الكتاب، ولا يفوتني أن أعبر عن شكري وامتناني لزملائي الأفاضل الذين شاركوني في بعض الأبحاث التطبيقية التي تشكل بعض فصول هذا الكتاب، وأخص بالذكر الدكتور عجيل تركي الظاهر، والدكتور جاسم محمد العلي، والأستاذة الدكتورة فوزية محمد الرويح، وبالطبع شكر خاص إلى الأخ الفاضل الدكتور عبيد سرور العتيبي رئيس قسم الجغرافيا بجامعة الكويت على توجيهاته السديدة ونصائحه المتفانية. كما أوجه جزيل شكري وامتناني لجميع زملائي أعضاء هيئة التدريس بقسم الجغرافيا بجامعة الكويت على ثقتهم ومساندتهم لي منذ التحاقي بالعمل معهم بالقسم وتوجيه النصائح المخلصة في حينها.

ولا يفوتني أن أوجه الشكر إلى جميع الطلاب، والدارسين، والزملاء في الجامعات المختلفة بوطننا العربيّ الكبير على تشجيعهم لي من خلال الاتصالات المستمرة وطلبهم المتواصل لاستكمال إعداد هذا الكتاب، وأتمنى أن يجعل الله فيه الفائدة للجميع.

والله نسأل التوفيق والسداد، ونحمده سبحانه وتعالى أن خلقني خادماً للعلم والعلماء وطلاب العلم في مجال تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية.

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه الطاهرين وسلم تسليماً كثيراً.

الكويت في: ٧/ ٧/ ٢٠٠٧

المؤلف

أ. د. محمد الخزامي عزيز

الفصل الأول

منهجية تصميم وتنفيذ دراسات تطبيقية

في نظم المعلومات الجغرافية

تعتمد الدراسات التطبيقية في مجال نظم المعلومات الجغرافية على عدة محاور استراتيجية تسهم في تصميم الدراسات دون أية عوائق، فالبعض يتخيل الأمر انه يرتبط بمدى دراية الانسان ببرامج معينة في مجال نظم المعلومات الجغرافية، والبعض الآخر يرى أن الدراسات التطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية ماهى الا عبارة عن ادخال المعلومات المتعلقة بالدراسة واخراجها على هيئة خرائط ملونة، حيث يرى هؤلاء الباحثون أنه كلما كانت هناك مخرجات ملونة كلما تحقق الجانب ا لتطبيقي لنظم المعلومات الجغرافية، ونرى أن هذا المفهوم الضيق للدراسات التطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية ينعكس على مستوى العمق التطبيقي للدراسة ويجعلها تدور في محور التقليد والهشاشة، لذلك فمن المهم أن نتعرض في الفصل الحالي الى الخطوات التنفيذية التي يجب ا تباعها في تصميم وتنفيذ دراسات تطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية، والتي يمكن تحديدها على النحو التالي:

1 - اختيار موضوع الدراسة وتحديد منطقة الدراسة.
2 - تحديد المتطلبات المختلفة للدراسة.
3 - تصنيف المعلومات المتعلقة بالدراسة.
4 - تجميع البيانات التي تخدم الدراسة.
5 - تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية التي تعتمد عليها الدراسة.
6 - ادخال المعلومات واجراء التعديلات والتنقيحات الضرورية.
7 - اجراء الربط المعلوماتي بين مفردات قاعدة المعلومات الجغرافية.
8 - اجراء العمليات التحليلية اللازمة حسب طبيعة موضوع الدراسة.

9 - انتاج مخرجات الدراسة ونتائجها.
10 -تقييم مخرجات ونتائج الدراسة، وتطويرها.
ونعرض الخطوات المذكورة أعلاه على النحو التالي:

أولاً: اختيار موضوع الدراسة ومنطقة الدراسة:

لكي تنجح الدراسات التطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية يجب أن يتوفر فيها عنصرين مهمين هما: وضوح الموضوع وارتباطه بالمعايير المكانية، وكذلك توفر منطقة الدراسة ذات معالم مكانية واضحة، فكلما صغرت منطقة الدراسة من حيث المساحة، كلما ساهم ذلك في زيادة عمق التطبيق، والعكس، فمثلاً : اذا كانت الدراسات تتعلق بالتخطيط الحضري، فانه يجب أن تركز الدراسة على وسط مكاني محدد المعالم مثل مدينة واحدة وليس مجموعة من المدن، واذا ارتبط بالتخطيط الاقليمي يجب أن يركز على اقليم جغرافي محدد المعالم، وليس على مجموعة من أقاليم.

ويمكن اقتراح عدد من موضوعات الدراسات التطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية على النحو التالي:

- قياس أثر العوامل المكانية التي تؤدي الى التكدس المروري في مدينة ما.
- قياس أثر العوامل المكانية على امكانية تحديد الفواصل الحضرية بين مدينتين متجاورتين.
- كيفية تحديد الموقع الأنسب لانشاء منطقة صناعية جديدة في اقليم ما.
- كيفية تحديد الموقع الأنسب لانشاء مدينة جديدة في اقليم ما.
- كيفية تحديد الموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية في اقليم ما أو في مدينة ما.
- التخطيط البيئي الأمثل لمنطقة ساحلية أو منطقة حضرية أو منطقة صناعية.

- دراسة الخصائص الهيدرولوجية والكيميائية لحقل ما من حقول المياه الجوفية.
- دراسة التتبع الديناميكي لظاهرة التصحر في اقليم زراعي معين.
- دراسة الخصائص الأوشيونوغرافية لمسطح مائي معين مثل خليج أو بحر أو بحيرة.
- التخطيط الصناعي الأمثل لمنطقة صناعية ما.

ثانياً: متطلبات الدراسة:

تتباين الآراء حول متطلبات الدراسات التطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية، ولكنها تتشابه من حيث الأساسيات، والتي يمكن تحديدها على النحو التالي:

فريق العمل:

عادة ترتبط الدراسة التطبيقية بعدد من الباحثين بمستويات مختلفة، مثل باحث رئيسي، وباحث مشارك، ومساعد علمي، وفني، وغيره، ولكن ظهرت في الأونة الأخيرة سيادة ظاهرة الانفرادية في الدراسات التطبيقية وخاصة اذا كانت أطروحات للحصول على درجات الماجستير والدكتوراه، حيث يستقل الباحث بموضوع معين ويقوم بجهد فردي في انجازه، ولكن بالرغم من ذلك نرى أن هناك ضرورة في مثل هذه الحالات للتواصل الفكري والتطبيقي مع الآخرين لتحقيق التكامل والحصول على ملاحظات وتوجيهات لتطوير الأفكار الذاتية، ونقصد من ذلك عدم الاقتصار على جهد فردي في مجال يحتاج الى التنوع الفكري.

وعادة في مجال الدراسات التطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية يمكن أن يتشكل فريق العمل من العناصر التالية:

- باحث رئيسي.
- باحث مشارك.

- مساعد علمي.
- فني نظم معلومات جغرافية.

البرامج وأجهزة الحاسب الآلي:

تتنوع وتتعدد البرامج التطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية حيث وصلت في يومنا هذا الى أكثر من 170 نظام، الا أن هناك مجموعة محدودة منها تتوفر فيها المعايير الأساسية لاجراء دراسات تطبيقية مناسبة، وليس المجال هنا لوضع مقارنة بين تلك النظم وخاصة وأن هناك دراسة مقارنة[1] لعدد 45 نظاماً عالمياً، قد أسهمت في تذليل العقبات عند وجود تردد في اختيار أي نظام للتطبيق.

ولكن يجب علينا استخلاص المعايير الأساسية التي يجب توفرها في النظام لتحقيق الجدوى من استخدامه في الدراسة التطبيقية والتي تتمثل في المحاور التالية:

- توفر امكانيات ادخال المعلومات بأنواعها بواسطة مرقم الخرائط، والماسح الضوئي، ونظم تحديد المواقع.
- توفر امكانيات اجراء التعديلات والتنقيحات Editing اللازمة على أساس مكتبة رموز متنوعة.
- توفر امكانيات التحويل بين نظم الاحداثيات المختلفة كالجغرافية GCS، والعالمية UTM، والوطنية NTM.
- توفر امكانية التكامل بين الخرائط والمرئيات الفضائية وقراءات نظم تحديد المواقع.
- توفر امكانيات التحليل المكاني للبيانات الخطية والراسترية.

---

[1]) راجع: محمد الخزامي عزيز (2004): نظم المعلومات الجغرافية – أساسيات وتطبيقات للجغرافيين، منشأة المعارف بالاسكندرية، الطبعة الثالثة.

-توفر امكانيات الاخراج الفني للخرائط ومخرجات الدراسة.

أما مايخص أجهزة الحاسب الآلي فانها من حيث الأساس لم تعد تشكل عاملاً أساسياً من عوامل التردد في الاختيار، فمعظم الحواسيب الشخصية المتاحة حالياً يمكن الاعتماد عليها في تنفيذ الدراسات التطبيقية، الا أن هناك شروط بسيطة يفضل توفرها عند استخدام بعض البرامج المتمثلة في سعة التخزين الاستيعابي RAM بأن لاتقل عن 1 جيجا بايت، وكرت الشاشة ألا يقل عن 512 كيلوبايت مثل برامج شركة اسري.

منهجية تنفيذ الدراسة التطبيقية:

تحتاج الدراسات التطبيقية الى وضع منهجية تنفيذية واضحة المعالم، تتضمن تحديد المنهج العلمي الذي تعتمد عليه الدراسة، والأسلوب المنهجي المتبع في الدراسة مثل المراحل التنفيذية المختلفة التي تمر بها الدراسة وكيفية تحقيق الروابط فيما بينها، ومحاور المناقشة والتحليل، وطبيعة النتائج التي تؤدي الى توصيات محددة لتطوير مجال الدراسة التطبيقية.

ويفضل في الدراسات التطبيقية في مجال نظم المعلومات الجغرافية أن تعتمد على المنه ج الوصفي والمنهج التحليلي التطبيقي؛ فبينما يهتم المنهج الوصفي بعرض ومناقشة المحاور العلمية، ووصف لموضوع الدراسة وطبيعة منطقة الدراسة، وكذلك الدراسات السابقة، يركز المنهج التحليلي التطبيقي على امكانية تحقيق الهدف التطبيقي للدراسة مثل تحليل مكاني للمعايير التي تدخل في اختيار أنسب موقع لانشاء منطقة صناعية معينة.

وحيث ان شخصية الباحث وقوته العلمية والتطبيقية تكمن في مدى نجاح ه في صياغة المنهجية التنفيذية لدراسته، لذلك نقترح نموذجاً يمكن أن يستفاد به في هذا المجال على النحو التالي:

- **ملخص الدراسة** : لايتعدى صفحة واحد ة، ويتضمن فقرة مدخلية لموضوع الدراسة، والاشارة الى نقاط التركيز البحثي، والمنهج المتبع، وأهم النتائج.
- **المصطلحات العلمية** : لاتتعدى خمس مصطلحات علمية واردة في الدراسة تعكس موضوع الدراسة، والمنهج، والأساليب المتبعة، ومنطقة الدراسة.
- **مقدمة الدراسة** : لاتتعدى ثلاث صفحات تركز حول المجال العلمي للدراسة، ونقاط البحث العلمي المتميزة في المجال أو نقاط الضعف البحثي، وكذلك اشارة الى بعض أهمية الدراسة.
- **الدراسات السابقة**: عبارة عن مناقشة الدراسات السابقة المتعلقة بشكل مباشر بموضوع الدراسة على أساس محاور فكرية وتوضيح اشارة مختصرة لأهم نتائج كل دراسة ومدى تميز الدراسة الحالية عنها، ويفضل أن تعرض المناقشة في اطار زمني منتظم من الأقدم الى الأحدث.
- **موضوع الدراسة ومبررات اختياره** : يشمل توضيح للفكرة العلمية لموضوع الدراسة ومجاله العلمي والتطبيقي، وابراز بشكل واضح مبررات اختيار الموضوع.
- **منطقة الدراسة ومبررات اختيارها** : وتشمل تحديد مكاني جغرافي وفلكي لمنطقة الدراسة مع اقتران ذلك بخريطة تحديد موقع المنطقة، وابراز مبررات اختيار منطقة الدراسة.
- **تساؤلات الدراسة** : وتتضمن طرح أسئلة تتعلق بطبيعة موضوع الدراسة على أساس التحاور الفكري والعلمي حول الن تائج المتوقعة وطبيعتها ومدى تطابقها مع فرضيات بحثية أو عدم تطابقها.

- **هدف الدراسة**: تشمل وضع محاور علمية واضحة تهدف الدراسة الى التعمق البحثي فيها مع ضرورة وضعها بتسلسل يتفق مع ترتيب مناقشتها فبما بعد في الدراسة.
- **منهج الدراسة**: الاشارة الى المنهج البحثي المتبع في الدراسة، ويفضل أن يكون أحد المناهج العلمية التي تتوافق مع الدراسات الجغرافية التطبيقية والتحليلية ومن أهمها المنهج التحليلي التطبيقي بالاضافة الى المنهج الوصفي الذي يتعلق بالخصائص الجغرافية العامة لكل من موضوع الدراسة ومنطقة الدراسة.
- **الأسلوب المنهجي للدراسة**: وتتضمن التسلسل التنفيذي لمراحل انجاز الدراسة والتي تبدأ بتحديد البيانات، وتصنيفها، وتجميعها، وادخالها، وأساليب التكامل فيما بينها، والتحلي، والاخراج، والتقييم، والتطوير، مع الاشارة الى طبيعة البيانات وكيفية الحصول عليها . ويفضل اضافة رسم تخطيطي يوضح التسلسل التنفيذي لمراحل انجاز الدراسة.
- **مناقشة الدراسة**: وتشمل الجسم الحقيقي للدراسة من محاور علمية تم عرضها في أهداف الدراسة، وتشبه فصول فكرية تتوافق فيما بينها على المستوى الأفقي وكذلك المستوى الرأسي، وهذا الجزء يحدد مدى اصالة الموضوع البحثي وقوته العلمية.
- **نتائج الدراسة**: وتشمل التركيز على أهم ماتوصلت اليه الدراسة من نتائج في كل من المحاور العلمية التي تم مناقشتها مع ابراز الفائدة التطبيقية والمكانة العلمية لها.
- **توصيات الدراسة**: وتشمل الأفكار العلمية والتطبيقية التي يقترح الباحث الاهتمام بها مستقبلاً، وفتح الباب الى أبحاث استكمالية لمعالجتها ولاسيما الاشارة الى الفائدة المرجوة منها ومستوى الاضافة العلمية والتطبيقية لها، كما تتضمن هذه الفقرة توجيه عناية الجهات المعنية

بموضوع دراسته أو المجالات التي يقترحها للاستفادة بما توصل اليه في دراسة أو تبني الدراسات المستقبلية.

- **المراجـــع**: تشمل قائمة علمية حديثة تتعلق مباشرة بموضوع الدراسة وتم الاستفادة منها أو معظمها في الدراسة الحالية مع ضرورة التوافق الأفقي بين مواقع الاقتباسات في متن الدراسة مع قائمة المراجع من حيث بيانات المرجع، ويجب أن تعتمد على الترتيب الهجائي أولا ثم التسلسل الزمني ثانياً.
- **المصادر المعلوماتية** : وتشمل بيانات واضحة عن المصادر المعلوماتية والجهات التي تمتلها، والبرامج المستخدمة.
- **الملاحق**: وتتضمن الجداول المطولة التي قد تعرقل من التناسق الشكلي لمتن البحث.

ثالثاً: تصنيف المعلومات:

عندما نتحدث عن تصنيف المعلومات فاننا نقصد هنا وضع معايير محددة يمكن على أساسها التعامل مع المعلومات، والتي يمكن بلورتها على النحو التالي:

- **تصنيف الخرائط**، فالخرائط الرقمية يجب التمييز فيما بينها على أساس نوع الاحداثيات، وليس على أساس مقياس الرسم كما هو الحال في الخرائط الورقية، فلم تعد مقاييس الرسم تلعب دوراً كبيراً في مجال الخرئط الرقمية، الا أن هناك عاملاً مهما لايجوز أن نغفل عنه وهو دور مقياس رسم الخرائط في تحديد كثافة المعلومات على الخريطة، فكلما صغر مقياس الرسم كلما قلت كثافة المعلومات وانحصر دورها في الدراسة التطبيقية.
- **تصنيف الصور الجوية على مقاييس الرسم**، وذلك لوجود علاقة وثيقة بين مقياس الرسم وبين مجال استخدام الصور الجوية، فمثلا الصور الجوية التي تخدم التخطيط الحضري لايجوز أن يصغر مقياس رسمها عن

1:40.000 أما الصور الجوية التي تخدم التخطيط الاقليمي يجب ألا يكبر مقياس رسمها عن 1:40.000.

- **تصنيف المرئيات الفضائية** على أساس دقة الوضوع الأرضي Ground resolution ، فالمرئيات الفضائية التي تخدم رسم الخرائط التفصيلية بالمدن يفضل أن تصل الى أكبر دقة أرضية ممكنة مثل مرئيات القمر الأمريكي الجديد ايكانوس Ikonos التي تصل دقته الأرضية الى 4متر، 1 متر، 50 سم، والتي قد أسهمت في الاستغناء الكامل عن التصوير الجوي، والمرئيات الفضائية التي تخدم الدراسات التخطيطية يمكن أن تصل دقتها الى 25متر كما هو الحال في القمر الأمريكي لاندسات السابع.
- **تصنيف المسوحات الحقلية والرسومات الكروكية** حسب المرجعيات المكانية و نوعية المعلومات التي تحتويها، ففي مجال الدراسات الميدانية يجب التدقيق في اختيار نظم التثليث الميداني ومستوى المرجعية المسحية وغيرها بهدف تحقيق التوافق والتطابق مع المعلومات.
- **تصنيف المعلومات الوصفية** Attribute Data حسب نمط المعلومات هلى هى احصائية أو نصية أو عددية أو قياسات وغيرها، هذا الى جانب تصنيفها حسب مصدر المعلومات الوصفية مثل المعلومات الحكومية، والخاصة والمؤسسية وغيرها.
- **تصنيف معلومات نظم تحديد المواقع** GPS حسب نوع المرجعية المكانية هل هى جغرافية أو عالمية أو وطنية، مع ضرورة ملاحظة تهيئة جهاز نظم تحديد المواقع على أساس المرجعية المكانية التي تعتمد عليها الدراسة لتلافي عدم التطابق بين البيانات الحقيلية التي يتم جمعها بواسطة هذه الأجهزة وبين البيانات الأخرى في الدراسة.

- **تصنيف البيانات الحقلية** حسب أسلوب جمعها مثل البيانات التي تعتمد على الملاحظات، والبيانات التي تعتمد على القياسات الدقيقة وغيرها.

رابعاً: جمع المعلومات اللازمة للدراسة:

تشكل هذه المرحلة أهم معوقات الدراسات العلمية في مجتمعاتنا العربية بسبب سيادة ثقافة سرية المعلومات التي تسيطر على عقول المسئولين في الجهات المعنية، بالاضافة الى نزعة حُب التملك التي تكمن وراء معظم العراقيل التي تواجه الباحث في الدول العربية، وعليه فاننا لانخجل اذا اعتبرنا أن أحد أهم سلبيات البحث العلمي في الجامعات العربية هو سيطرة عقول من هذا النوع على مصادر المعلومات وعدم توفر مرونة التكامل فيما بين مؤسسات البحث العلمي والمؤسسات التي تمتلك المعلومات . وتتيح شبكة الانترنت حيزاً مناسباً للتغلب على قطاع ليس بالقليل من النقص في المعلومات، ففي مجال نظم المعلومات الجغرافية تتيح الشركات العالمية مثل شركة ناسا الأمريكية وغيرها من المؤسسات امكانية استقراء مرئيات فضائية وملفات خرائطية يمكن الاعتماد عليها كمصدر مهم ومعاصر للمعلومات الضرورية في مجال نظم المعلومات الجغرافية.

ويحتاج الباحث في مجال تجميع البيانات والمعلومات اللازمة لدراسته أن يفكر في المحاور التالية:

- كيفية تصنيف المعلومات من حيث النوع والمصدر والفترة التاريخية وغيرها.
- كيفية تصنيف مصادر المعلومات من حيث النوع، والتكلفة وكيفية التواصل معها بمرونة.
- كيفية تجميع البيانات والمعلومات ونمط المعلومات ووسائط الحصول عليها واستراتيجات التكامل فيما بينها.

- كيفية ترتيب وتنظيم المعلومات وتحديد النواقص وأسلوب التحديث وغيرها.

العمل الميداني:

تحتاج الدراسات التطبيقية وخاصة الجغرافية منها على الدراسات الميدانية، فالبحث الجغرافي لايعتبر متكاملاً اذا افتقر الى التدقيق والمسح الميداني للوقوف عند طبيعة المعلومات وقت اجراء الدراسة واستخلاص مايستجد منها.

وتشكل الدراسات الميدانية أهمية خاصة في حالة الاعتماد على المرئيات الفضائية والصور الجوية وذلك لاعتماد جزء كبير من تفسيرها على عنصر التدقيق الميداني وخاصة اذا تداخلت البيانات أو كانت ترجع الى تاريخ يسبق وقت اجراء الدراسة كما يحدث في الغالب في المرئيات الفضائية التي تعود الى أعوام تسبق وقت الدراسة كأحد ملامح م عظم الدراسات التي يتم انجازها في دولنا العربية، حيث تجرى الدراسة عام 2007 مثلاً، وتعتمد على مرئيات فضائية لعام 2003 وهو التاريخ المتاح للباحث، لذلك فمن الضروري الاعتماد على المسح الميداني بغرض التحديث أو التدقيق في صحة البيانات التي تحتويها المرئية الفضائية.

وتشكل تقنية نظم تحديد المواقع GPS أحد أهم الوسائل الحديثة التي تعتمد عليها المسوحات الميدانية المعاصرة، وخاصة اذا ارتبطت بالتدقيق في المواقع الحقيقة للظاهرات الجغرافية أو قياس مناسيب تضاريسية، هذا الى جانب التوجيه الميداني الذي يشكل عاملاً مسانداً وهاماً للبحث الميداني.

خامساً: تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية للدراسة:

يجب طرح بعض التساؤلات قبل البدء في تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية والتي تتعلق بالتحضير المبدئي لتصميم قاعدة المعلومات ومن أهم هذه التسؤلات:

- ماذا يجب أن تتضمنه قاعدة المعلومات الجغرافية؟

- ماهى أنواع البيانات المكانية المتوفرة لقاعدة المعلومات الجغرافية؟
- ماهى العلاقة المكانية فيما بينها؟
- ماهى طبيعة المعلومات المكانية المتوفرة؟
- ماهى نظم المرجعيات المكانية (الاحداثيات) المتوفرة في كل نوع من أنواع المعلومات المكانية؟
- كيف يمكن التحويل بين نظم المرجعيات المكانية؟
- ماهى أنواع المعلومات الوصفية Attribute Data ؟
- ماهى أساليب الربط المناسبة بين كل من المعلومات المكانية والوصفية؟
- ماهى الطرق التحليلية المطلوب تطبيقها؟

وعند الاجابة على مثل هذا التساؤلات التي يجب طرحها ومناقشتها أولا وتجهيز الاجابات المناسبة لكل منها يتم تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية على أساس المراحل التالية:

أ) مرحلة التصميم التصوري Conceptual Design:

وفي هذه المرحلة يتم اتباع خطوات محددة على النحو التالي:

- تحديد المخرجات المتوقعة مثل الخرائط والتقارير والرسومات البيانية والتحليلية والاتصال والشبكات والانترنت وغيرها.
- تحديد الطبقات المعلوماتية Layers حسب الموضوعات وتعتمد على خرائط وتمثيل البيانات ومقاييس الرسم والدقة.
- تحديد نطاقات مقياس الرسم لكل طبقة وأساليب تمثيل كل طبقة وتعريفها.
- ضم المعلومات المكانية (الطبقات) لتكون مجموعات معلوماتية , وتصنيفها حسب الخطية والراسترية والمجسمات.

ب)مرحلة التصميم المنطقي Logical Design:

وفي هذه المرحلة يجب انجاز التالي:

- تعريف المعلومات الوصفية Attribute وتحديدها وتسمية هياكلها وخصائصها وجداولها والعلاقات بين الظاهرات.
- تعريف الخصائص المكانية لمجموعات المعلوماتية Future Dataset مثل الخصائص الطبولوجية (علاقات التجاور وعلاقات الاتصال بين الظواهر وعلاقات الشبكات). والمراجع الاسنادية.
- تقديم مقترح تصميمي لقاعدة المعلومات المكانية

ج) مرحلة التصميم الفيزيائي Physical Design :

- تنفيذ تصميم قاعدة البيانات المكانية وتجريبه و مراجعته وتصحيحه وفقا للتصميم الأولى لقاعدة المعلومات المكانية أي يتم بناء قاعدة المعلومات المكانية وتزويدها بالمعلومات المناسبة واختبارها ومراجعتها.
- تقديم خطة عمل بيانية مفصلة توضح كيفية بناء كل طبقة معلوماتية وأساليبه وصيانتها وآليتها.
- توثيق تصميم قاعدة ا لمعلومات المكانية باستخدام وسائل التوثيق ، ويتم هنا استخدام المصار والمراجع والتقارير والخطط التي تصب في مصلحة النظام بشكل متكامل.

وفي سياق تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية يجب مراعات التالي:

- تحديد الحد الأدنى للطبقات المعلوماتية التي تخدم الموضوع
- الالتزام بالثوابت المشتركة في تمثيل الظاهرات الجغرافية
- تحديد الحد الأدنى من المعلومات الوصفية للظاهرات.
- تحقيق مبادىء التكامل وعلاقات الظاهرات ببعضها.
- الالتزام بضوابط قوالب الخرائط والاخراج الفني للطبقات.

- الالتزام بالقالب المشترك لهوية المعلومات Metadata حسب المواصفات العالمية ومنها مواصفات الأيزو ISO.

سادساً: ادخال المعلومات والتنقيحات الضرورية:

تعتبر هذه المرحلة من أهم مراحل اجراء الدراسة التطبيقية وخاصة لاعتماد النتائج على مدى الدقة في ادخال المعلومات والبيانات التي تم جمعها، وم د ى نجاح الباحث في تحقيق المستوى المن اسب من التعديلات Editing وتجهيزها لمرحلة التحليل والمناقشة، ويمكن تصنيف طرق ادخال المعلومات الى نظم المعلومات الجغرافية حسب نوع البيانات الى الوسائل التالية:

- الترقيم اليدوي Manual Digitization ، والذي يعتمد على استخدام مرقمات الخرائط المعروفة في مجال الخر ائط الآلية باسم مرقمات Digitizers، وتحتاج الى عمليات التهيئة الأولية مع نظم الاحداثيات التي يتم استخدامها، ومعظم برامج نظم المعلومات الجغرافية تتضمن فصلاً يغطي هذه الوسيلة وكيفية استخدامها.
- الترقيم شبه الأتوماتيكي (شبه الآلي) Semi-Automatic : وتعتمد على اجراء المسح الرقمي للخرائط بواسطة الماسح الضوئي واستخدام برامج للترقيم على الشاشة Screen Digitization ، حيث يتم اختيار نقطة على الظاهرة الخطية في بدايتها ونهايتها ويقوم البرنامج بتتبع البكسلات التي لها نفس المواصفات على أساس الخط الأوسط لسلسلة البكسلات على ا متداد الظاهرة الخطية أو على أساس الخطين الخارجيين اللذان يحددان امتداد الظاهرة الخطية . ويستخدم هذا النوع من البرنامج كثيرا في مجالات ادخال المعلومات الخرائطية والصور الجوية وغيرها دون الحاجة الى أجهزة المرقمات سالفة الذكر.
- الترقيم الأتوماتيكي (الآلي) Automatic Digitization ، وتعتمد هذه الطريقة على برامج أكثر تطوراً تقوم بتحويل مباشر من البيانات الراسترية أي الخريطة التي تم ادخالها بالماسح الضوئي الى خرائط خطية، الا أنها برامج مرتفعة التكلفة، كما تتوفر برامج من هذا النوع أقل

تكلفة الا أنها تحتاج الى جهد أطو   ل في اجراء عمليات التعديلات والتنقيحات للحصول على نتائج مرضية نسبياً.

- المسح الضوئي Scanning ، وهى من أسهل وأنسب الطرق لادخال المعلومات المكانية كالخرائط والصور الجوية وغيرها، الا أنها تحتاج الى عمليات الترقيم على الشاشة أو برامج لتحويل الخرائط الراسترية الى خطية كما سبقت الاشارة اليه.
- البث المباشر Real Time Data Entry ، وهى النظم المتطورة التي تستخدم في جمع المعلومات في الميدان وبثها مباشرة الى أجهزة الحاسب الآلي، أو اقترانها بأجهزة نظم تحديد المواقع GPS ومن ثم بثها مباشرة أو تخزينها أثناء العمل واستقراؤها مباشرة فيما بعد.
- استقراء بيانات رقمية Importing Data ، وتمثل هذه الوسيلة حلقة وصل بين جميع أنواع قواعد المعلومات الرقمية التي يتم الحصول عليها من جهات بحثية أخرى أو تم انتاجها بواسطة برامج أخرى وذلك في اطار مايسمى باسم برامج نظم المعلومات الجغرافية المنفتح   ة OpenGIS والتي لاتوجد فيها قيود سوى بعض المعلوقات التي تتعلق بتحويل نظم الاحداثيات أو نمط الملفات المعلوماتية.
- ادخال بيانات بواسطة لوحة المفاتيح Keyboard ، وهى الوسيلة المعروفة ببساطتها ولكن أيضاً ببطئها وأسلوبها التقليدي وتقتصر عادة في حالات ادخال البيان ات الاحصائية والبيانات المجدولة والنصوص وغيرها.

سابعاً: اجراء الربط المعلوماتي بين مفردات قاعدة المعلومات الجغرافية:

تحتل هذه المرحلة مكانة هامة في مجال الدراسات التطبيقية، حيث تتوقف عملية نجاح تحليل البيانات فيما بعد على دقة الربط بين كل من الطبقات الخرائطية Map Layers من ناحية وبين المعلومات التفصيلية Attribute Data والجداول الاحصائية من ناحية أخرى . ويفضل اتباع طرق الربط التبادلي Relational Connections ، التي تحقق أفضل ربط بين مفردات قاعدة المعلومات الجغرافية والتي يمكن تشكيل طبقة للروابط Relationship Class باستخدام نظم المعلومات الجغرافية المعروفة باسم مجموعة اسري، حيث يتم الاعتمكاد على أسلوب الربط بين طبقة وأخرى بأسلوب 1:1 ، وربط طبقة بمجموعة من الطبقات بأسلوب M:1 ، وربط مجموعة طبقات مع مجموعة أخرى باسلوب M:M.

وعموماً يفضل أن يخصص في قواعد المعلومات عموداً للربط بين الطبقة الخرائطية والمعلومات التفصيلية والاحصائية يطلق عليه الرابط التعريفي Identify Key أو "ID" وفي هذه الحالة يفضل أن يكون رقم يخلو تماما من الحروف، مع ضرورة وجود نفس العمود في قاعدة البيانات المقترنة بالخريطة Attribute Table لكي يسهل اجراء عملية الربط بينهما.

ثامناً: اجراء العمليات التحليلية اللازمة للدراسة:

تتنوع العمليات التحليلية الى عدة أنماط حسب نوع البيانات التي تم ادخالها في قاعدة البيانات، وكذلك حسب طبيعة الدراسة وهدفها، ويمكن ايجاز أهم العمليات التحليلية في الأنواع التالية:

1- عمليات التحليل المكاني Spatial Analysis: وتستخدم في جميع الدراسات التطبيقية التي تعتمد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية وخاصة في قياس العلاقات المكانية بين الظاهرات الجغرافية المختلفة الموضعية، والخطية، والمساحية، ومن أشهر البرامج التي تستخدم في هذا المجال هو برنامج التحليل المكاني Spatial Analyst كأحد البرامج الفرعية لنظم مؤسسة اسري.

2- عمليات التحليل ثلاثي الأبعاد 3D Analysis: ويستخدم في مجال الدراسات التي تعتمد على بيانات تتعلق بالارتفاعات التضاريسية أو البيانات الموضعية ذات البعد المكاني الكمي وتحتاج الى اجراء تحليل يربطها مع المجسمات التضاريسية لمعرفة أثر التباين في الارتفاع التضاريسي على طبيعة تلك المعلومات، ومن أهمها أنواع التربة والزراعات والتصريف السطحي للمياه، والمياه الجوفية وغيرها، ويستخدم في هذا المجال برامج عديدة من أهمها برنامج 3D Analyst من معوعة برامج اسري.

3- عمليات التحليل الشبكي Network Analysis:

4- عمليات التحليل الجيواحصائي Geostatistical Analysis: وتستخدم في اجراء عمليات حليلية على بيانات احصائية ذات صبغة عشوائية من حيث التوزيع المكاني، وتوضيح العوامل المكانية التي تؤثر في طبيعة التوزيع المكاني والكمي للبيانات، ومن أمثلة المجالات التطبيقة التي تستخدم في هذه الحالة الدراسات الاجتماعية- الاقتصادية، ودراسات الخصائص الاشيونوغرافية للمياه، وخاصة مياه البحار والمحيطات، والخصائص الكيميائية للمياه الجوفية وغيرها، ويستخدم في هذا المجال برنامج Geostatistical Analyst من مجموعة برامج اسري.

تاسعاً: انتاج مخرجات الدراسة ومخرجاتها:

تعتمد هذه المرحلة على طبيعة أهداف الدراسة التطبيقة التي تحدد المخرجات التي يجب انتاجها من خرائط ومجسمات وتقارير، وكذلك كثافة المعلومات على الخرائط وغيرها . وتمثل هذه المرحلة نتيجة مباشرة للمرحلة التنفيذية السابقة التي يتم فيها اختيار الأسلوب التحليلي المطلوب الاعتماد عليه لانتاج مخرجات الدراسة.

وتحتاج مخرجات الدراسة الى عملية الاخراج الفني للخرائط والمجسمات التضاريسية على أساس:

- اختيار الاطار الخارجي والداخلي للخرائط
- اختيار نوع الاحداثيات وكثافة ظهورها، وطبيعة كتابتها على الاطار.
- ادراج مقياس رسم الخريطة، وسهم الشمال، ومفتاح الخريطة.
- تحقيق التناسق اللوني للرموز النقطية والخطية والمساحية بحيث تنطبق مع نوع الموضوع أي يكون هناك توافق بين شكل الرمز ولونه مع الموضوع.

وتتوفر امكانيات الاخراج الفني للخرائط ومخرجات نظم المعلوماتن الجغرافية في معظم برامج نظم المعلومات الجغرافية المعروفة وذلك ضمن مايسمى باسم Layout .

عاشراً: تقييم مخرجات ونتائج الدراسة وتطويرها:

أخيراً تحتاج مخرجات الدراسة التطبيقية الى عملية تقييم ومراجعة دقيقة من حيث مستوى النتيجة التي تم الحصول عليها، ومدى مطابقتها مع أهداف الدراسة التطبيقية، وسهولة قراءة الخرائط، ووضوح الرموز والألوان، وعدم وجود تداخل أو نواقص وغيرها . ويلي ذلك اجراءات التطوير بما يحقق أنسب النتائج من خلال اجراء التعديلات أو استخدام طرق تحليلية أكثر دقة أو استحداث مفردات معلوماتية لم تتوفر من قبل.

الفصل الثاني

تطبيق نظم التحليل المكاني في التخطيط البيئي بالكويت – دراسة حالة تحديد أنسب موقع لدفن النفايات المنزلية[1]

ملخص:

تركز الدراسة على كيفية الاستفادة التطبيقية من نظم التحليل المكاني Spatial Analysis المتاحة في نظم المعلومات الجغرافية في نمذجة المعلومات الجغرافية والخرائطية التي تشكل المعايير التي تعتمد عليها عمليات اختيار أنسب موقع لدفن النفايات المنزلية بالكويت.

وتشمل الورقة مبررات وكيفية اختيار المعايير المعلوماتية المختلفة التي يجب أن تعتمد عليها نظم التحليل المكاني في اختيار أنسب موقع من خلال وضع دليل يحدد درجة لأهمية كل معيار بالنسبة للآخر ومن ثم إدخال الخرائط التي تحتوي على المعايير المختلفة مثل خريطة التربة، وخريطة النباتات، وخريطة المياه الجوفية، والخريطة الجيومورفولوجية، وخريطة آبار النفط ، وخريطة الحيز العمراني، وخريطة الطرق الرئيسية.

ويلي ذلك إجراء التحليل المكاني بناءً على النمذجة الطبقية للخرائط بالأسلوب الذي يتيح التحليل المكاني لها، ومن أهم النتائج هو الحصول على خريطة توضح التدرج الفئوي للمناطق حسب درجة صلاحيتها لاختيارها كمواقع لدفن النفايات المنزلية والتي تتفاوت بين الأنسب والأسوأ.

المصطلحات العلمية:

التخطيط البيئي، النمذجة المعلوماتية، التحليل المكاني، النفايات المنزلية، الجغرافية البيئية في دولة الكويت

مقدمــة:

تعاني الجهات الحكومية المعنية بشئون البيئة في دولة الكويت من النتائج السلبية التي ظهرت من مناطق دفن النفايات المنزلية، و المتمثلة على وجه الخصوص في منطقة القرين إلى الجنوب من مدينة الكويت، حيث امتد العمران حولها في جميع الاتجاهات وظهرت السلبيات العديدة ومن أخطرها انبعاث غاز الميثان القابل للاشتعال وفي نفس الوقت يعتبر غاز سام والذي يهدد استقرار المناطق العمرانية المتاخمة، حيث ينتشر الغاز رأسياً وأفقياً مما يؤثر على المياه الجوفية وأيضاً على شبكة الخدمات التحتية التي تتعرض إلى خطر الاشتعال(1) .

[1] هذا البحث منشور باللغة الانجليزية في: Arab World Geographer, 2001, pp.

(1) تصريح خبراء بالهيئة العامة للبيئة بالكويت

وتأتي نظم المعلومات الجغرافية باحدى وظائفها المتميزة والمعروفة باسم نظم التحليل المكاني التي تعتمد على منهجية واضحة في نمذجة المعلومات ا لمكانية بغرض إتاحة الفرصة لتحديد أنسب مواقع لدفن النفايات المنزلية بحيث تحقق الحد الأقصى من الإيجابيات وتقلل من الأضرار وذلك بناءً على مجموعة من المعايير المعلوماتية التي يتم تحويلها رقمياً Digital form في نظم المعلومات الجغرافية، وتعتبر عملية تحديد أنسب المواقع لدفن النفايات المنزلية من أهم مهام التخطيط البيئي المعاصر.

ونرى أن مفهوم التخطيط البيئي يختلف عن مفهوم التخطيط الإقليمي فبينما يركز الأول على التعامل مع جميع المعطيات البيئية المتعلقة بالكائنات الحية كالتربة والمياه والنبات والحيوان والإنسان والطيو ر وغيرها من الكائنات العضوية المختلفة ودراسة المعادلة الحيوية التي تحدد مدى التوازن البيئي من خلال الوقوف عند الإيجابيات والسلبيات ووضع الحلول المثلى لتنمية الأبعاد البيئة المختلفة، يقتصر دور الثاني في المنظور المتعلق بالخصائص الجغرافية للإقليم بهدف دراسة خصائصها وكيفية تطويرها بهدف تنمية الإقليم سكانياً وعمرانياً واقتصادياً.

وبالطبع يعالج التخطيط البيئي حيزاً جغرافياً يمكن أن يكون إقليماً جغرافياً أو جزء من ذلك الإقليم تتوافر فيه سمات معينة تدع البعض أن يطلق عليه مصطلح " النظام البيئي "[2] أو Ecosystem والذي تتحدد شخصيته بأنه وحدة بيئية متكاملة، تتكون من مكونات عضوية (حية) في مساحة محددة، تتفاعل مع مكونات بيئتها غير العضوية (غير الحية)، وفق نظام متوازن في ديناميكية ذاتية، لتستمر في أداء دورها في إعاقة الحياة على سطح الأرض.

وفي حالتنا البحثية الحالية تمثل مناط ق دفن النفايات المنزلية نظام بيئي متكامل حيث تتفاعل الكائنات الحية مع الكائنات غير الحية وتتولد عن هذا التفاعل مؤثرات قد تكون ضارة على حياة الإنسان، وعند وضع المعايير التي من شأنها أن تتدخل في تقليل حدة المؤثرات الناتجة عن وجودها يكون ذلك هو أحد المسالك العلمية التطبيقية في مجال التخطيط البيئي.

مشكلة الدراسة:

تمثل النفايات المنزلية في دولة الكويت أحد أهم الاهتمامات التي تشغل بال المسئولين في جهات متعددة بالدولة منها بلدية الكويت باعتبارها الجهة الوحيدة التي تتحمل مسئولية التخلص من النفايات المنزلية، والهيئة العامة للبيئة باعتبارها الجهة الرقابية الرسمية التي تسعى لوضع منهج رقابي صارم يعتمد على مراسيم وقوانين تدعمها محكمة البيئة التي تم إنشاؤها مؤخراً للقيام بمهام تشريع العقوبات ضد التجاوزات البيئية.

---

[2] زين الدين عبد المقصود، 1982، ص 9.

والنفايات المنزلية تعتبر مصدراً رئيسياً من مصادر التلوث ا لبيئي وخاصة بماتحتويه من مواد سامة وخطرة من ناحية وأيضاً بما ينتج من تفاعل تلك المواد مع مكونات التربة التي تدفن فيها وتنتج غازات ضارة من جهة أخرى. وحصيلة ذلك هو عدم امكانية الاستفادة المستقبلية من الأراضي التي يتم دفن النفايات فيها . ولايمكن لنا أن نستبعد أثر النفايات المنزلية المدفونة على المياة الجوفية الصالحة للشرب مما يهدد حياة السكان في المناطق المتاخمة لها أو التي تستفيد من المخزون المائي الجوفي.
وعليه تمثل عملية الاستفادة من تقنية التحليل المكاني للمعلومات المتعلقة بموقع دفن النفايات الوسيلة المثلى لتحقيق الاستقرار البيئي .

هدف الدراسة الحالية:

تتمثل أهداف الدراسة في المحاور التالية:

1 - تحديد المعايير التي تتدخل في اخيار الموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية
2 - وضع مواصفات المعايير
3 - تطبيق نظم التحليل المكاني في مجال التخطيط البيئي في دولة الكويت
4 - وضع هيكلية واضحة لنمذجة المعايير المختلفة
5 - تشغيل النموذج المعلوماتي للمعايير والحصول على الموقع الأنسب
6 - تقييم خصائص الموقع الأنسب

تساؤلات الدراسة:

تطرح الدراسة عدة تساؤلات على النحو التالي:

1 - هل تساهم التقنيات الحديثة في تحديد مكاني للموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية ؟
2 - هل يحقق الموقع الأنسب الأمان والاستقرار البيئي ؟
3 - هل يمكن للمعايير المختلفة من المساهمة في استبعاد السلبيات الناجمة عن دفن النفايات ؟

الدراسات السابقة:

تمثل الدراسات البيئية المتعلقة بالنفايات المنزلية وطرق دفنها أو التخلص منها بؤرة بحثية هامة ليس فقط على المستوى المحلي والاقليمي ولكن أيضاً على المستوى العالمي، حيث خصصت مؤتمرات دولية لغرض النهوض بتقنيات التخلص من النفايات المنزلية بما يحقق الاستقرار البيئي، ومن أهمها المؤتمر الدولي لدفن النفايات في السويد في شهر ديسمبر عام 2000م، وماسبق ذلك من ندوات، وكذلك

تخصص مواقع عديدة على شبكة الاتصالات العالمية المعروفة باسم "الانترنت" لتوفير المعلومات حول أساسيات طرق دفن النفايات[1]

وعلى المستوى المحلي بدولة الكويت أُجريت دراسات حول النفايات الصلبة بالكويت ومن أهمها دراسة المزيني وعوض (1989) حول تحديد المعلومات الأساسية المتعلقة بالمخلفات الصلبة في الكويت، ودراسة المزيني (1992) حول الطرق المتبعة لمعالجة النفايات الصلبة والتخلص منها في الكويت. وتأتي الدراسة الشاملة التي أجراها معهد الكويت للأبحاث العلمية (2000) حول الموارد الطبيعية والسمات البيئية في دولة الكويت مع نماذج من آليات تدهور البيئة وسبل اعادة التأهيل في مقدمة الدراسات الشاملة التي خصصت فصل حول النفايات المنزلية وملامح المشكلة البيئة المترتبة عليها.

وتأتي الدراسة الحالية في الاستفادة من الجوانب المعلوماتية التي وردت في الدراسة الشاملة لمعهد الكويت للأبحاث وخاصة في اخيار المعايير المختلفة التي تتدخل في عملية تحديد الموقع النسب للنفايات المنزلية في الكويت وتطبيق ذلك في نظم المعلومات الجغرافية وبشكل خاص نظم التحليل المكاني لعلها تساهم في دعم أساليب التخطيط البيئي والنهوض بمستوى التخلص من النفايات المنتزلية بما يحق ق التوازن البيئي.

أدبيات التخطيط البيئي:

لقد اهتمت الدراسات البيئية المختلفة بتغطية مفهوم التخطيط البيئي، حيث تباينت فيما بينها من حيث الصياغة والمفهوم من ناحية ومن حيث مكانة الخطة البيئية من ناحية أخرى، ونرى هنا تغطية الجوانب الأدبية المختلفة لمفهوم التخطيط البيئي كما جاءت في بعض المصادر لعل يساهم ذلك في تثبيت عرى الفكر المنهجي للتخطيط البيئي . ويمكن تقسيم الأفكار الأدبية حول مفهوم وأهمية التخطيط البيئي الى محاور ترتبط بالتخصص العلمي والخلفية التطبيقية للدراسات البيئية على النحو التالي:

أولاً: التخطيط البيئي والجغرافيون:

يرى الصقار (1993،ص 100) أن التخطيط البيئي هو دراسة موارد البيئة الطبيعية والبشرية في منطقة محدودة من الأرض تتميز بمميزات خاصة، وتواجه مشاكل متميزة بهدف معرفة امكانات هذا الاقليم، حتى يمكن استثمار هذه الامكانات بهدف النهوض بهذا الاقليم والا رتقاء بسكانه . ويرى غنيمي (1993،ص113) أن التخطيط البيئي هو التخطيط الذي تقوم فيه مشروعات خطة التنمية

---

[1] أهمها موقع بعنوان: http://www.enviroweb.org/issues/landfills/index.html

من منظور بيئي، أو هو التخطيط الذي تحكمه بالدرجة الأولى الاعتبارات البيئية ومردودات مشروعات خطط التنمية المقترحة على البيئة المباشر منها وغير المباشر، الآني والمستقبلي، المحلي والاقليمي. ويرى نفس الباحث أن أهمية التخطيط البيئي بدأت منذ عقد مؤتمر البيئة البشرية في مدينة استكهولم عام 1972، والذي أثار لأول مرة التخطيط البيئي كقضية حيوية ملحة، ومن ثم أخذ التخطيط البيئي منذ السبعينيات مبرر كمفهوم معاصر وأشمل للتخطيط ويحتل أهمية خاصة كآلية فاعلة وايجابية في التصدي لحماية البيئة والعمل على صيانتها لتجاوز التدهور البيئي من ناحية وتجاوز المأزق التنموي الذي يواجه عالمنا المعاصر من ناحية أخرى.

ثانياً: التخطيط البيئي والدراسات البيئية التطبيقية:

أهم هذه الدراسات هى دراسة معهد الكويت للأبحاث (2000،ص328) حيث يعتبر التخطيط البيئي بأنه أسلوب عملي منظم يستهدف التوصل الى أفضل الوسائل لاستغلال موارد البيئة الطبيعية والقدرات البشرية في تكامل وتناسق شاملين وفق جدول زمني معين من خلال مجموعة من المشروعات المقترحة، فالتخطيط البيئي يتركز على عدة أسس أو معايير يجب أن يلتزم بها المخطط البيئي ليحقق أهداف الخطة، وفي مقدمة هذه الأسس التقويم البيئي، والنظرة الشمولية، والمتكاملة، والادراة البيئية الواعية التي تحقق التنمية المتوازنة.

وتوجد في نفس المصدر المذكور رؤية شمولية للتخطيط البيئي حيث يُعتقد أن التخطيط البيئي ليس تخطيطاً مستقلاً منفصلاً عن باقي الخطط، وإنما هو تطبيق للمفهوم البيئي والرؤية البيئية السليمة في كل خطط التنمية السابقة، فاتخاذ أي قرار لوضع أي خطة يجب أن يُصاغ من خلال الاطار البيئي، ومن ثم فان التخطيط البيئي هو مفهوم ورؤية واعية تعمل كضابط لكل أنواع الخطط التي تستهدف استخدام موارد البيئة بما يحقق لها الاستخدام المتوازن والآمن.

ونرى أن التخطيط البيئي هو منهج تطبيقي متكامل يضم في ثنياته خطط فرعية متنوعة منها خطط عمرانية، وحضرية، وصناعية تشكل في مجموعها منظومة متكاملة تحدد الكيان الأمثل الذي يضع في اعتباره فروع المنظومة ويهدف الى تحقيق التوازن فيما بينها بهدف الاستقرار البيئي والرقي به.

ثالثاً: التخطيط البيئي والتشريعات البيئية:

يرى جرجوعي (1998،ص 77) أن المسلك الأول لحل المشاكل البيئية لايكون الا بادخال التخطيط البيئي العصري من خلال إقامة مخطط وطني شامل لمعالجة القضايا البيئية وإعتماد قوانين بيئية صارمة في اطار إدخال معايير ومقاييس دولية لمنع هدم البيئة ومكافحة تلوثها وتكبيد المسببن بذلك أضعاف مضاعفة لأعمالهم الاجرامية بالتعدي على البيئة وهدم عناصرها الطبيعية.

منهج وأسلوب الدراسة:

تعتمد الدراسة على المنهج التجريبي Experimentation الذي يعتمد على النمذجة التجريبية على أساس النموذج المقياسي Scale model حيث يتم إعداد نمذجة مكانية للموضوعات الجغرافية التي لها علاقة بالخصائص البيئية لدولة الكويت وذلك على خريطة لكل موضوع بحيث مع وضع تصنيف مقياسي لكل موضوع من حيث درجة تأثيره أو تأثره بموقع دفن النفايات المنزلية.

وتأتي تقنية نظم المعلومات الجغرافية في هذا المضمار كأسلوب تطبيقي يبدأ من ادخال جميع المعايير المعلوماتية المختلفة التي تدخل في هيكلية منهج الدراسة ومنتهياً بالتحليل المكاني وا لحصول على نتائج، حيث تمر بالمراحل التالية:

1 - ترقيم الخرائط Map Digitization في برنامج "ماب فيو" Map View ver. 3.2 بالاعتماد على نظام احداثي موحد لجميع الخرائط والمعروف باسم نظام الاحداثي الجغرافي المتمثل في خطوط الطول ودوائر العرض التي تحدد نقاط التحكم الأرض ية Ground Control Points على خريطة دولة الكويت.

2 - وضع مواصفات المعايير المعلوماتية المختلفة في قاعدة المعلومات الوصفية Attribute Data Base وذلك في نفس البرنامج المذكور، مع ربطها مع الخرائط المناظرة لكل منها.

3 - تصميم النمذجة المعلوماتية Data Modeling بواسطة برنامج مصمم النماذج المعلوماتية GIS Model Builder وهو من البرامج المساندة لبرنامج "آركفيو Arc/View".

4 - اجراء التحليل المكاني للمعايير المختلفة بغرض الحصول على الموقع الأنسب Optimum Location لدفن النفايات المنزلية طبقاً للمعايير المختلفة.

أولاً: ترقيم الخرائط:

بالاعتماد على طريقة الترقيم الخطي للخرائط Vector Map Digitization، حيث استخدم برنامج "آركفيو" Arc/View 3.2 في تحويل الخرائط التي تغطي الموضوعات الجغرافية التي تدخل في التحليل المكاني، وقد تباينت الخرائط من حيث المصدر[1]، ومن حيث مقياس الرسم، الا أن هناك ع امل مشترك ثابت بين الخرائط ويربط فيما بينها وهو النظام الاحداثي فهو موحد من نوع الاحداثيات الجغرافية Geographic Coordinate System الذي يعتمد على شبكة خطوط الطول ودوائر العرض، ويمكن اعتبار ذلك من أهم مميزات طرق الترقيم للخرائط لنفس المنطقة وتتفاوت فيما بينها في مقاييس

[1] راجع مصادر الخرائط في نهاية البحث، وأسفل كل خريطة في متن البحث

الرسم وفي مساحة الورقة المرسومة عليها، وهو الاكتفاء بوجود نظام احداثي ثابت يربط فيما بينها، ويفضل في هذه الحالة النظام الاحداثي الجغرافي.

وقد تم الاعتماد أيضاً على نظام الاسقاط الخرائطي Map Projection من نوع المساقط متساوية المساحات Equal Area Projection وخاصة مسقط لامبرت Lambert والذي يتفق مع جميع الخرائط الموضوعية Thematic Maps التي أُعتمد عليها في الدراسة من ناحية ومن ناحية أخرى لأنه يعتبر من أفضل المساقط التي يجب اختيارها في حالة اجراء تحليل مكاني على خرائط موضوعية تحتوي على مساحات متعددة، ويلزم عند عملية التحليل المكاني أن تكون المساحات على الخرائط متساوية حسابياً مع المساحات الحقيقية المناظرة لها على سطح الأرض.

والنتيجة هنا هى تجهيز الخرائط في صورة طبقات معلوماتية مكانية Spatial Information Layers تعرف في برنامج "أركفيو" باسم موضوعات Themes، حيث يضم كل موضوع طبقة معلوماتية أو بمعنى آخر خريطة تستخدم في عملية التحليل المكاني فيما بعد.

ثانياً: المعايير المعلوماتية للدراسة:

اذا تتبعنا الخلفية التاريخية لعمليات التخلص من النفايات المنزلية في دولة الكويت لوجدنا أنها قد مرت بأربعة مراحل[1] وذلك باشراف كامل من بلدية الكويت، حيث تمثلت المرحلة الأولى بالفترة التي سبقت الخمسينيات من القرن العشرين فقد كانت تُرمى النفايات بالأرض الفضاء وعلى الشاطىء، وحتى أواخر الستينيات كانت تجمع في مواقع بأرض فضاء ثم تحرق، وفي أواخر السبعينيات بدأ نظام الجمع الميكانيكي والنقل الى مواقع التخلص من النفايات دون الأخذ في الاعتبار الاشتراطات الصحية، وأخيراً ومنذ أوائل الثمانينيات بدأ العمل بنظام الدفن الصحي. وفي مرحلة لاحقة بدأت بلدية الكويت انشاء مواقع الدفن الصحي باستخدام المعدات المناسبة واتباع أساليب الكبس والتغطية وقد ساعد هذا النظام على التقليل من حجم القمامة والحد من انتشار الروائح والقوارض والحشرات، كما ساعد على عدم اشتعال الحرائق.

الا أن هذا الأسلوب والذي يطلق عليه الدفن الصحي لم يأخذ في اعتباره السلبيات المكانية المختلفة التي تنجم عن تفاعل المواد المدفونة مع بعضها من ناحية ومع التربة المحلية والمياه الجوفية من ناحية أخرى، وعليه تضع الدراسة التطبيقية الحالية نصب عينيها عدة معايير معلوماتية من شأنها أن تساهم في أسلوب اختيار الموقع الأنسب لدفن النفايات دون وجود سلبيات أو على الأقل تفادي مخاطرها.

---
[1] معهد الكويت للأبحاث، 2000، ص 160

وتعتمد عمليات اختيار الموقع الأنسب على أساليب التخطيط البيئي المنظمة والتي تتداخل فيها مجالات علمية ومعلوماتية متشعبة منها عمرانية، وجيمورفولوجية، وجيولوجية، ونباتية، وغيرها، حيث يتشكل فريق عمل يضم مجموعة من المتخصصين في المجالات المختلفة التي ترتبط بالبيئة، ويقوم كل متخصص بوضع تقنين لمجاله العلمي بحيث لايتعداه التحليل المكاني؛ فمثلا يشترط المخططون المعماريون أن تكون مواقع دفن النفايات على مسافات بعيدة خارج الحيز العمراني الحالي والمستقبلي وفي نفس الوقت تحقق عامل القرب لكي لاتشكل عقبة في طريق النقل اليومي للنفايات اذا كانت المسافات بعيدة ومكلفة، وأيضاً علم الهيدرولوجيا يضع في حسبانه مواقع الخزان الجوفي للمياه الصالحة للشرب، وعمقها واتجاه تحركها الجوفي وعليه يضع مقننات تضع في الحسبان تحقيق شرط تفادي مواقع خزانات المياه الجوفية، وهكذا تتوالى المعايير المختلفة . ومع توفر المعايير المكانية المختلفة تتشكل هيكلية معلوماتية متكاملة تحقق في مجموعها معادلة التوازن البيئي في الموقع الأنسب والذي تسعى الدراسة التطبيقية الحالية الوصول اليه.

وتعتبر دراسة الموقع الأنسب Optimum Location لأي مشروع من الدراسات التي تعتمد عليها أساليب التخطيط البيئي المعاصر، فالموقع الأنسب هو الموقع الذي تتوازن فيه جميع العوامل المؤثرة في المشروع على أساس تطبيقي للضوابط والعوامل الجغرافية والربط فيما بينها، وخاصة وأنه لايوجد هناك موقع حتمي[1] واحد لكل مشروع، بل هناك بالتأكيد أكثر من موقع واحد، فلكل موقع ميزاته الخاصة، ولذلك فانه لابد من الموازنة بالاختيار، ولابد في اختيار موقع المشروع أن يكون اختياراً منطقياً ومعقولاً يعطي أكبر قدر من العائد بأقل التكاليف الممكنة وأقل الأضرار البيئية المحتملة.

ومن هذا المنطلق يمكن تحديد المعايير المعلوماتية التي يجب وضعها في الاعتبار في تح ديد الموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية على النحو التالي:

1) النطاق العمراني:

يمثل النطاق العمراني شكل (1) أحد أهم المعايير المكانية التي تعتمد عليها الدراسة حيث يجب أن يكون الموقع الأنسب خارج نطاق العمران لكي يتم تفادي السلبيات التي ظهرت في منطقة القُرين والمتمثل في انبعاث غاز الميثان ومخاطره على السكان والبيئة العمرانية المحيطة، لذلك يجب أن يوضع في الاعتبار امتداد العمران الحالي والمستقبلي . والخريطة توضح مناطق التركز العمراني في الكويت على هيئة شريط ساحلي الى الجنوب من خليج الكويت وحتى قرب الحدود الجنوبية مع المملكة العربية السعودية.

[1] ميلاد مسعود، 1993، ص 102

وتخضع عمليات ترميز درجة الأهمية المكانية للمعايير المعلوماتية الى تدرج فئوي يتم اختياره وتنسب كل درجة الى العنصر المعلوماتي حسب أهميته بالنسبة لاختيار الموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية المستقبلية، وفي الدراسة الحالية أُعتمد على التدرج الفئوي: الأنسب، جيد، متوسط، سيىء، الأسوأ، مستبعد. ويمكن وضع درجة الأهمية المكانية للنطاق العمراني بالنسبة للتحليل المكاني لاختيار أنسب موقع للنفايات كما في جدول (1).

نوع النطاق المساحي	درجة الأهمية بالنسبة للموقع الأنسب	المبرر لاختيار درجة الأهمية
النطاق العمراني	مستبعد	لتفادي السلبيات على العمران
خارج النطاق العمراني	الأنسب	لعدم وجود عمران

جدول (1): معايير التصنيف المكاني للنطاق العمرني في الكويت لتحديد الموقع الأنسب

المصدر: تقديرات الباحث

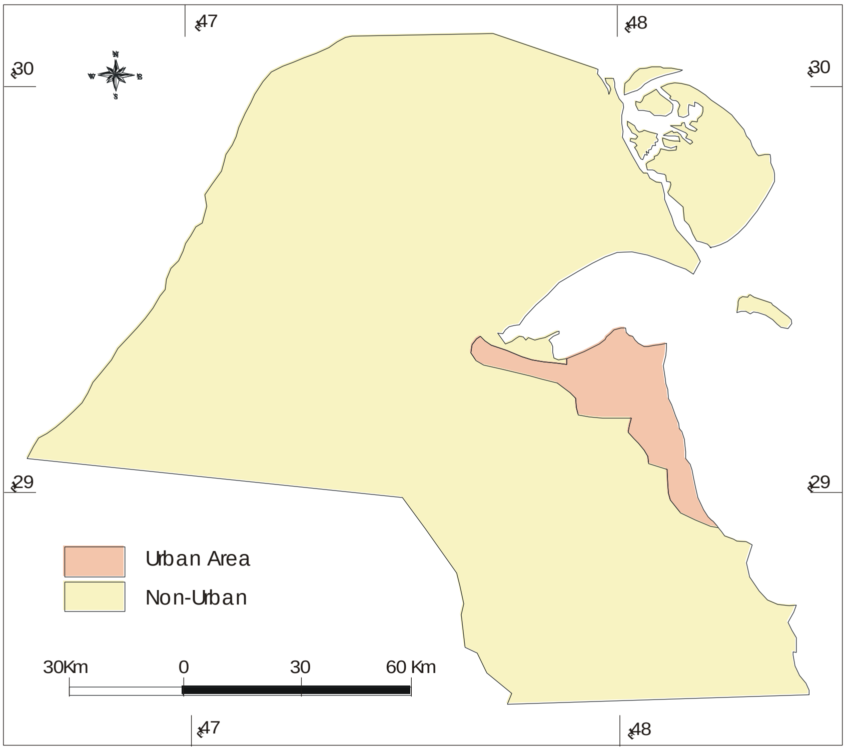


Fig.1: Urban Zone in Kuwait

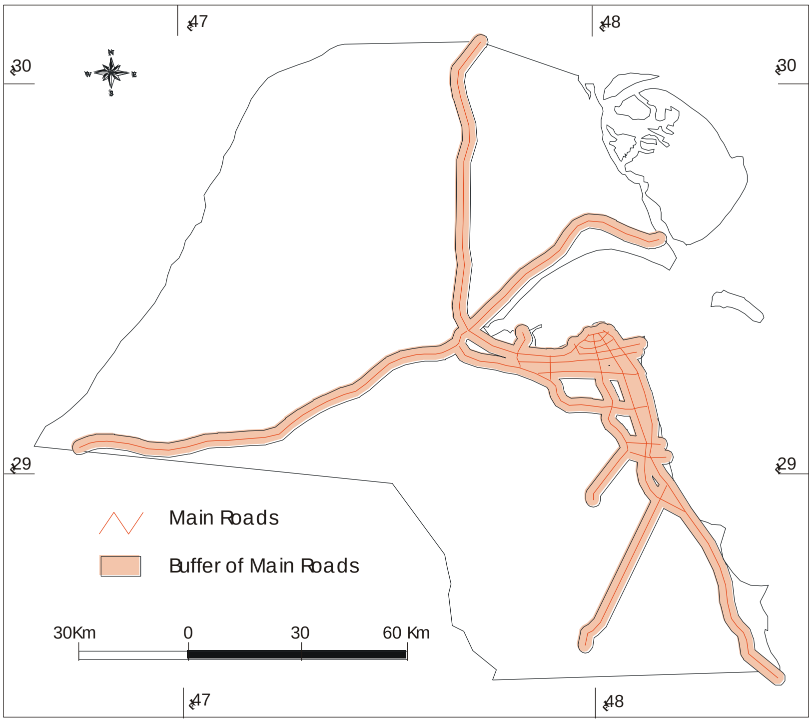


Fig. 2: Main Roads Network and Road Buffer

2) شبكة الطرق الرئيسية:

تلعب شبكة الطرق أهمية كبيرة في مجال التخطيط البيئي، فهي تحدد مسارات شبكة النقل من ناحية ومن ناحية أخرى تحقق الترابط المكاني بين مناطق وأقاليم الدولة المختلفة، وعليه تحتاج الى أن توضع في الحسبان بالنسبة لاختيار موقع دفن النفايات المنزلية . فاذا كانت شبكة الطرق الرئيسية تحتاج الى استقرار وتماسك القاعدة الصخرية التي تمتد عليها، فانه يتوجب علينا أن نستبعد حدوث مؤثرات قد تترتب على تفاعل النفايات مع مكونات التربة التي تدفن فيها، وقد يعرض الطرق الى التدهور، وعليه تقترح الدراسة باتخاذ حيز Buffer حول الطرق الرئيسية .بمسافة 300متر يستبعد تماماً من اختيار الموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية، وتظهر الخريطة شكل (2) شبكة الطرق الرئيسية وامتداد الحيز المحمي.

ويمكن وضع درجة الأهمية لتحديد الموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية مستقبلاً كما في جدول (2).

نوع النطاق المساحي	درجة الأهمية بالنسبة للموقع الأنسب	المبرر لاختيار درجة الأهمية
حيز حول الطرق الرئيسية	مستبعد	لحماية الطرق من السلبيات
خارج الحيز	الأنسب	عدم وجود طرق

جدول (2): معايير التصنيف المكاني لشبكة الطرق الرئيسية في الكويت لتحديد الموقع الأنسب

المصدر: تقديرات الباحث

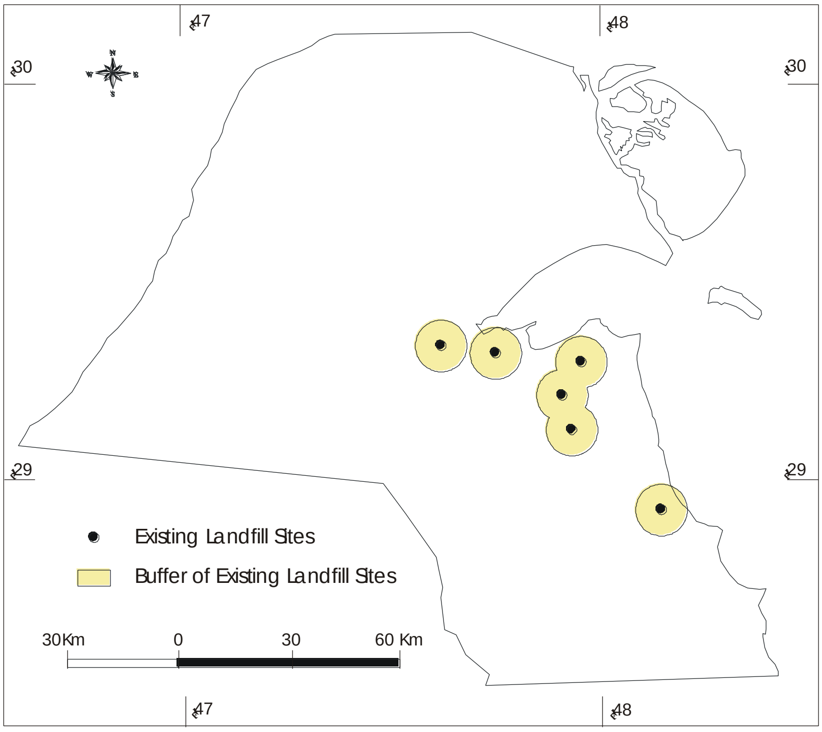


Fig.3: Landfill Sites and Buffer

3) مناطق دفن النفايات الحالية:

تظهر الخريطة شكل (3) توزيع مواقع ردم النفايات الستة الحالية وهى: موقع ميناء عبد الله، وموقعان جنوب وشمال الدائري السابع، وموقع جليب الشيوخ، وموقع الصليبية، وموقع الجهراء. واذا اعتبرنا أن هذه المواقع تشكل تهديداً للحيز العمراني الحالي والمستقبلي باعتبا رها تقع الى القرب من التجمعات العمرانية في تلك المناطق التي تقع فيها مما يشكل تهديداً بيئياً مثله في ذلك مثل منطقة القرين سابقة الذكر، لذلك فانه عند وضع خطة بيئية جديدة يتحتم علينا اختيار مواقع لدفن النفايات في مواقع غير متلاصقة مع تلك الموجودة حالياً هذا بالاضافة الى تقدير حيز أو نطاق حول المواقع المتواجدة حالياً بحيث لايقل عن مسافة 1000متر ، لذلك يجب الاعتماد على وظيفة انشاء حيز Buffering في نظم التحليل المكاني، بحيث يشترط في المواقع الجديدة أن تكون خارج هذا الحيز، وعليه تظهر الخريطة شكل (3) المساحات التي تستبعدها الخطة البيئية الجديدة من انشاء مواقع جديدة لدفن النفايات.

ويمكن وضع درجة الأهمية لتحديد الموقع الأنسب لدفن النفايات مستقبلاً بالنسبة لمواقع النفايات المتواجدة حالياً كما في جدول (3).

المبرر لاختيار درجة الأهمية	درجة الأهمية بالنسبة للموقع الأنسب	نوع النطاق المساحي
لتفادي السلبيات	مستبعد	حيز حول مناطق النفايات الحالية
عدم وجود مناطق نفايات	الأنسب	خارج الحيز

جدول (3): معايير التصنيف المكاني لمناطق دفن النفايات الحالية في الكويت لتحديد الموقع الأنسب لمناطق مستقبلية

المصدر: تقديرات الباحث

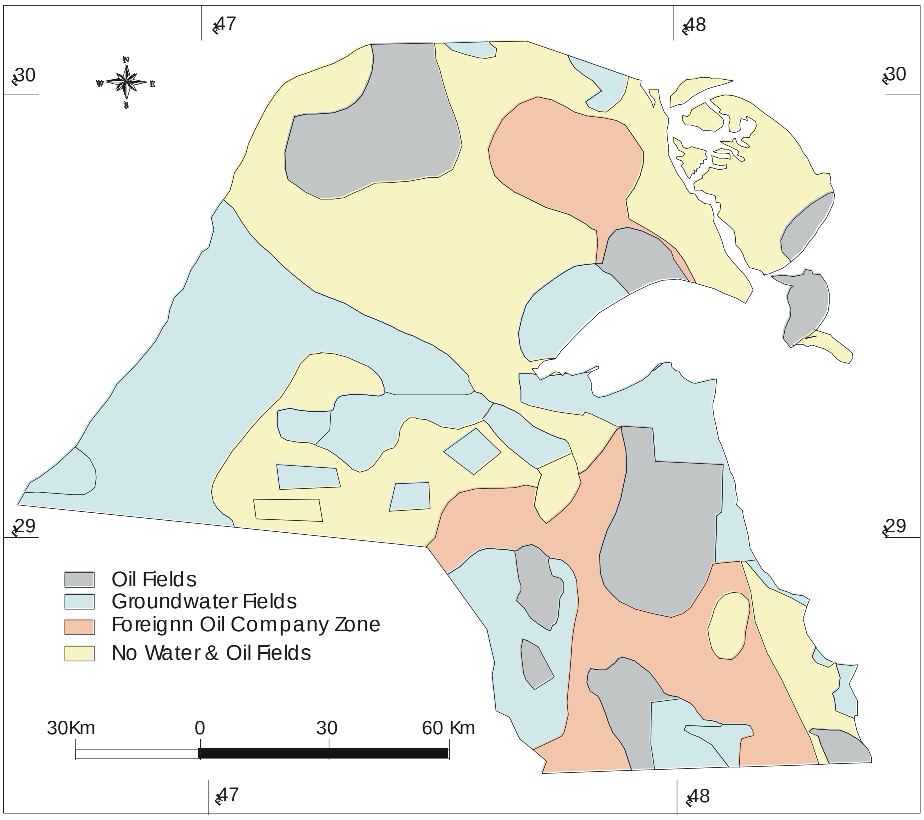


Fig. 4: Groundwater and Oil Fields Criteria
(after: KISR, 2000)

4) معيار المياه الجوفية وحقول البترول:

يمثل هذا المعيار أهمية كبيرة في مجال التخطيط البيئي وذلك لأهمية المياه الجوفية الصالحة للشرب بالنسبة للاستقرار البشري والتوازن البيئي في المنطقة، وفي الكويت يوجد نوعان من الحقول الجوفية للمياه : أولهما حقول مياه جوفية متواجدة فعلاً؛ والآخر: حقول يحتمل احتوائها على مياه جوفية . وكلاهما

هام في مجال حماية المياه الجوفية من مواقع ردم النفايات المستقبلية، لذلك يتم استبعاد المساحات التي تنتشر فيها حقول المياه الجوفية بنوعيها، هذا بالاضافة الى اعتبار أن مناطق حقول النفط من المساحات التي لايحبذ اختيارها كمواقع لدفن نفايات منزلية مستقبلية، وخاصة أنه ليس من المعقول أن تدفن نفايات في مناطق قد تتعرض لعمليات الحفر لاستخراج النفط، هذا بالاضافة الى المناطق التي تخضع لامتياز الشركات الأجنبية المختلفة، وعليه يتلخص هذا المعيار للمياه الجوفية وآبار النفط في استبعاد المساحات التي تتواجد فيها حقول المياه الجوفية والنفط، ومناطق الامتياز ، وتظهر الخريطة شكل (4) تفاصيل هذا المعيار. وجول (4) يوضح درجة الأهمية لتحديد الموقع الأنسب لمواقع النفايات المنزلية بالنسبة لمعيار المياه الجوفية وحقول النفط.

نوع النطاق المساحي	درجة الأهمية بالنسبة للموقع الأنسب	المبرر لاختيار درجة الأهمية
حقول النفط	سيىء	لأهميتها الاقتصادية وعدم اعاقة عملية تطوير حقول النفط مستقبلاً
حقول المياه الجوفية	مستبعد	لأهمية المياه بالنسبة للاستقرار البشري
مناطق امتياز الشركات الأجنبية	متوسط	لأنها مناطق لايجوز استخدامها في الخدمات الحضرية
مناطق خالية من حقول المياه الجوفية والنفط	الأنسب	لعدم وجود موانع

جدول (4): معايير التصنيف المكاني لمعيار المياه الجوفية وحقول النفط في الكويت لتحديد الموقع الأنسب لمناطق دفن النفايات المنزلية المستقبلية

المصدر: تقديرات الباحث

5) الوحدات الجيومورفولوجية:

يتسم سطح دولة الكويت بالبساطة الطبوغرافية، بالرغم من ذلك هناك سمات جيمورفولوجية ذات خصائص متميزة ومتباينة، والتي تظهرها خريطة شكل (5) على النحو التالي:

- وادي الباطن، والذي يمتد في الجزء الغربي للكويت مع الأراضي العر اقية بنسبة تصل الى 8% من مجموع مساحة الكويت.

- سهل الدبدبة، ويمتد في مساحة تقدر 22% من مجموع مساحة الكويت ويقع الى الغرب والجنوب الغربي على الحدود السعودية ويمثل أهمية مورفولوجية كبيرة.
- سهل الهويملية ويمتد وسط الكويت في اتجاه شمال غربي الى جنوب شرقي، وهو الرطاق الذي تسود فيه حركة الكثبان الرملية، ويغطي مساحة 27% من مجموع مساحة الكويت.
- سهل الروضتين، ويمتد في شمال الكويت على مساحة تصل الى 18% من مساحة الكويت تقريباً ويضم مناطق ذات أهمية اقتصادية عالية للكويت متمثلة في خزانات المياه الجوفية والروضات والمزارع وأهمها مزارع العبدلي.
- منخفض البرقان، ويمتد الى الغرب من السهل الساحلي على مساحة تقدر بنحو 11% من مجموع مساحة الكويت.
- السهل الساحلي، ويضم الشريط الساحلي والجزر القريبية منه ويشكل أهمية بيئية خاصة على مساحة 14% من مجموع مساحة الكويت حيث يمتد الحيز العمراني في القطاع الأوسط والجنوبي منه.

وعليه يمكن تدرج أهمية النطاقات الجيمورفولوجية المختلفة بالنسبة لاختيار الموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية على التدرج المتبع في نظم التحليل المكاني كما بالجدول (5).

النطاق الجيمورفولوجي	درجة الأهمية بالنسبة للموقع الأنسب	المبرر لاختيار درجة الأهمية
وادي الباطن	مستبعد	البعد الكبير عن النطاق العمراني
سهل الدبدبة	الأسوأ	البعد الكبير عن النطاق العمراني
سهل الهويميلية	الأنسب	خارج النطاق العمراني الحالي والمستقبلي
سهل الروضتين	مستبعد	البعد الكبير عن النطاق العمراني
منخفض البرقان	الأسوأ	القرب بالنسبة للعمران الحالي والمستقبلي والأهمية الاقتصادية
السهل الساحلي والجزر	مستبعد	امتداد النطاق العمراني الحالي والمستقبلي

جدول (5): ترميز درجة الأهمية للنطاقات الجيمورفولوجية بالنسبة للموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية مستقبلاً

المصدر: من تقديرات الباحث

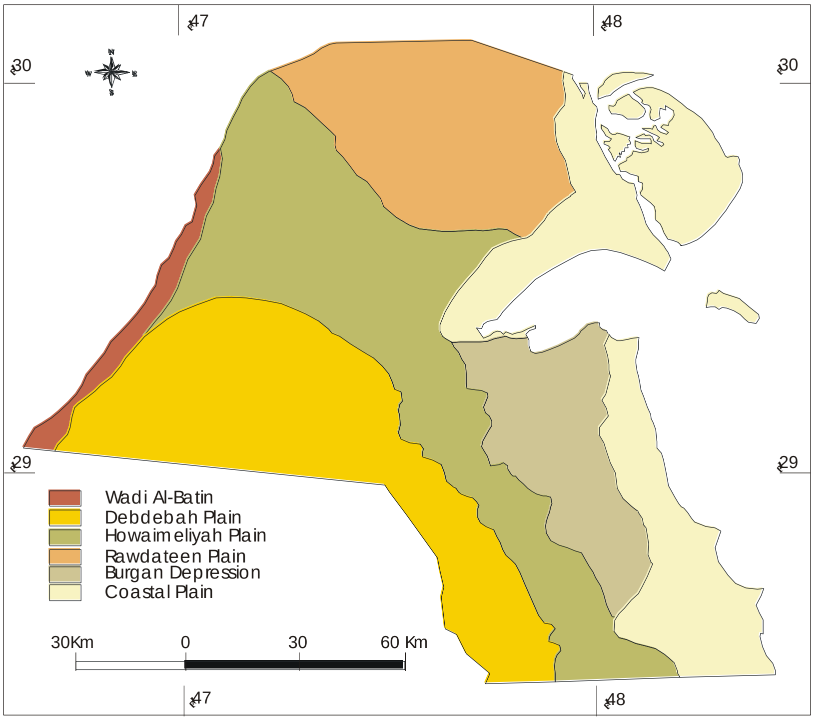


Fig. 5: Geomorphologic Units
(after: Misak et al., 1998, p. 74)

6) التربة:

بالرغم من افتقار التربة الرملية في دولة الكويت الى مكونات عضوية تشكل الأهمية الاقتصادية للتربة، فانه من الضروري اعتبار التربة أحد المعايير الرئيسية التي تعتمد عليها الدراسة في تحديد الموقع الأنسب لمناطق دفن النفايات المنزلية. وتتفاوت أهمية التربة حسب نوعها والمواد التي تدخل في تركيبها، ويمكن لنا الاعتماد على دراسة منظمة الأغذية والزراعة[1] التي أُجريت عام 1969 لتصنيف نوعي ومكاني للتربة في دولة الكويت والتي تظهرها الخريطة شكل (6) على النحو التالي:

- تربة رملية صحراوية ذات طبقة صماء، وتنتشر في مدينة الكويت ومعظم أراضي محافظة الأحمدي، وفي أم الرمة، وتقدر النسبة التي تغطيها بنحو 29% من مجموع مساحة الأراضي الكويتية.
- تربة جبسية صحراوية، وتنتشر بشكل واضح في الدبدبة والصابرية بنسبة 14%.
- تربة حصوية ملحية صحراوية، وتنشر في وادي الباطن بنسبة 13%.
- تربة حصوية جبسية ملحية صحراوية، وتنتشر في منطقة الروضتين وكراع المرو بنسبة 29%.
- تربة ملحية جبسية صحراوية، وتنشر في منطقة سادة بنسبة 3%.
- تربة كثبان رملية صحراوية، وتنتشر في أم نقا بنسبة محدودة لاتزيد عن 1%.
- تربة ضخرية، وتنتشر في مرتفعات جال الزور بنسبة 1% فقط.

[1] عن: معهد الكويت للأبحاث العلمية، 2000، ص 94

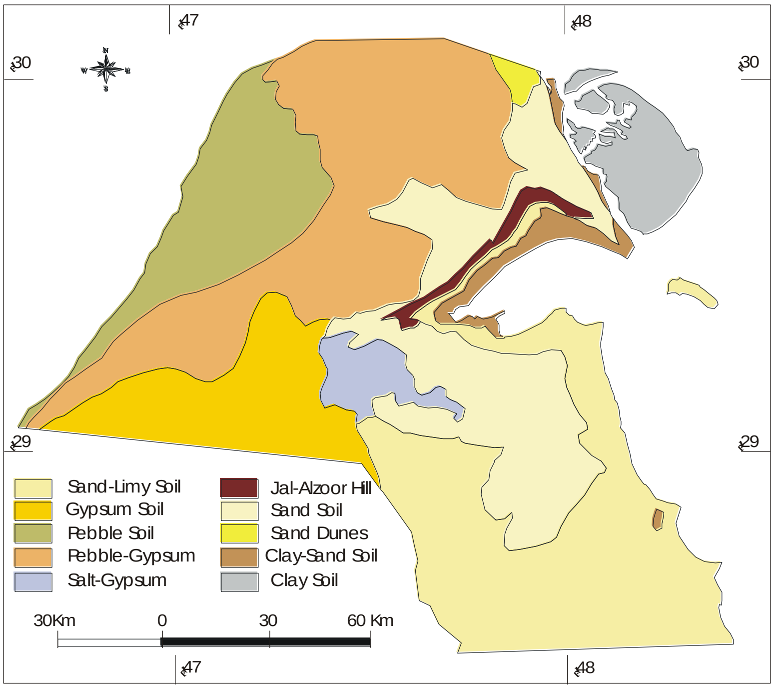


Fig. 6: Soil types in Kuwait
(after: Misak et al. , 1998, p. 46)

– تربة ملحية رسوبية بفعل المياه، وتنتشر في الدوحة، وهجاجا، ورأس الجليعة بنسبة 1%.

– تربة رسوبية بفعل المياه، وتنتشر في جزيرة بوبيان بنسبة 6%.

– تربة رملية صحراوية، وتنتشر في الصليبية، ومقوع وجويسري بنسبة 3%.

ومن التصنيف المذكور للتربة يتبين أن التربة الرملية تسود في معظم الأراضي الكويتية وهى تربة فقيرة وتقل فيها المعادن والعناصر الحيوية اللازمة للزراعة، ولكن عند وضعها في الاعتبار كمعيار يتحكم في اختيار الموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية فاننا نقترح وضع التدرج بالجدول (6).

نوع التربة	درجة الأهمية حسب الموقع الأنسب	المبرر لاختيار درجة الأهمية
تربة رملية الصحراوية	الأنسب	سهولة الدفن وصلابة التربة وقربها للعمران
تربة جبسية	متوسط	لامكانية استخدامها في الدفن
تربة حصوية	الأسوأ	لأنها لاتناسب أسلوب الدفن والتغطية
تربة حصوية جبسرية	الأنسب	تناسب أفضل في أسلوب الدفن
تربة ملحية جبسية	جيد	تساعد في عمليات الكبس للنفايات
تربة صخرية	مستبعد	لاتساعد على الحفر

تربة رملية	الأنسب	تساعد على الحفر والكبس
تربة كثبان رملية	مستبعد	لأنها متحركة وتمتد فوق السطح
تربة طينية ملحية	الأسوأ	لأنها تساعد على التأكسد للنفايات
تربة رسوبية طينية	مستبعد	لأنها أنسب للزراعة

جدول (6): معايير التصنيف المكاني لأنواع التربة في الكويت لتحديد الموقع الأنسب لدفن النفايات المستقبلية مستقبلاً

المصدر: تقديرات الباحث

7) الغطاء النباتي في الكويت:

يمثل الغطاء النباتي أهمية بيئية خاصة، الا أن النباتات تتفاوت فيما بينها من حيث أهميتها الاقتصادية ومن حيث الفترة التي تتواجد فيها، فمنها نباتات فصلية فقط ومنها نباتات تظهر عقب سقوط أمطار فقط ولفترة محدودة ومنها نباتات على هيئة شجيرات دائمة، وعليه فانه يجب تحديد أهمية النباتات الطبيعية[1] التي تظهرها الخريطة شكل (6) على النحو التالي:

- نبات العرفج Rhanterium epapposum: هو شجيرة معمرة يبلغ ارتفاعها من 20-60سم، ويحتل أهمية اقتصادية عالية فقد أُختيرت زهرته الصفراء لتكون الزهرة القومية لدولة الكويت، وفي وقت جفافه يستخدم سواء للتدفئة والطهي لدى البدو أو كعلف للماشية، وينتشر في المناطق الشرقية والجنوبية والشمالية.
- نبات الرمث Haloxylon salicornium : وهو شجيرة معمرة يبلغ ارتفاعها من 20-65سم، وتنموبشكل اساسي في الفترة من الربيع الى أوائل الخريف، وتكمن أهميته الاقتصادية في كونه نبات رعوي هام في فترة الربيع والصيف التي تفتقر الم راعي الى نباتات اخرى.وينتشر في المناطق الشمالية والشمالية الغربية بالكويت.
- نبات الثندي Cyperus conglomeratus : هو نبات عشبي معمر يتراوح ارتفاعه بين 30-60سم، ينموفي شهر مارس ويجف في الصيف، ويعتبر مثبتاً للرمال ويزيد من تماسك التربة، كما يعتبر غذاء جيد للماشية والابل، وينتشر في المناطق الجنوبية والغربية من مدينة الكويت والمناطق الساحلية.
- نبات الثمام Panicum turgidum: هو نبات عشبي معمر من العائلة العشبية ويصل ارتفاعه أحياناً الى متر، يتسم بوجود شعيرات سطحية تتماسك بالرمال وتمتص

---

1) معهد الكويت للأبحاث العلمية، 2000، ص124

قطرات الندى ورخات المطر لذلك يعتبر من الأعشاب الرعوية المفضلة مما يعرضه في غالب الأحيان الى الاندثار، ويوجد في منطقة أم الهيمان والصليبية والمطلاع.

- نبات الهرم Zygophyllum qatarense: هو نبات شبه شجيري يصل ارتفاعه أحياناً الى متر، ويكثر في مناطق السبخات ويعتبر من النباتات المفضلة للرعي وين تشر في المناطق الساحلية.

وبناءً على توضيح الأهمية الاقتصادية للنباتات الطبيعية الرئيسية المذكورة أعلاه يمكن تقنين درجة أهمية كل منها بالنسبة للتحليل المكاني بغرض تحديد الموقع النسب لدفن النفايات المنزلية كما بالجدول (7)

نوع النبات الطبيعي	درجة الأهمية بالنسبة للموقع الأنسب	المبرر لاختيار درجة الأهمية
نباتات ساحلية	مستبعد	لآنها معمرة وتمتد بالنطاق العمراني
الرمث	متوسط	لأن فترة نموها محدودة
العرفج	الأنسب	لأن محدودة الانتشار
الشندي	جيد	لأن فترة نموها محدودة
الهرم	سيء	لأن يمتد على الساحل
الثمام	الأسوأ	لأنه يمتد في الجزر وله قيمة اقتصادية عالية

جدول (7): درجة أهمية النباتات الطبيعية الرئيسية بالكويت

بالنسبة لتحديد الموقع الأنسب

المصدر: تقديرات الباحث

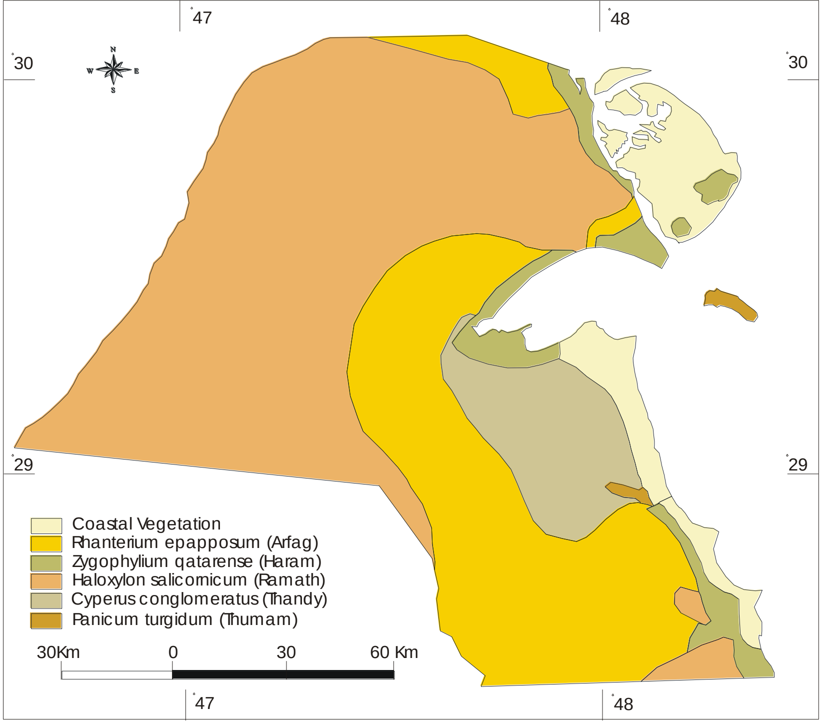


Fig. 7: Natural Vegetation in Kuwait
(after: Misak et al., 1998, p. 48)

ثالثاً: النمذجة المعلوماتية الآلية:

تعتمد هذه المرحلة على أسلوب تقني جديد في مجال معالجة المعلومات الم كانية يطلق عليه اسم مصمم النماذج Model Builder ويُعَرف على أنه برنامج فرعي لأحد البرامج الأساسية في مجال نظم المعلومات الجغرافية المعروف باسم برنامج التحليل المكاني Arc/View Spatial Analyst، وهو عبارة عن وسيلة تساعد في تصميم نموذج معلومات مكانية في منطقة جغرافية ما يمكن من خلاله ادخال، ومعالجة وتحليل البيانات مكانياً[1].

وتم عملية النمذجة التي يوضحها شكل (8) بالمحاور التنفيذية التالية:

1 -إختيار المعلومات المكانية للنمذجة:

هى تلك الخرائط التي تم إختيار ها في الفقرة السابقة لتمثل المعايير المعلوماتية التي تدخل في التحليل المكاني لاختيار أنسب المواقع المستقبلية لدفن النفايات المنزلية وهى الخرائط من شكل رقم (1-7). والتي يتم وضعها بالاعتماد على وظيفة إختيار الطبقات Layers المعلوماتية التي تدخل في التحليل وهى على الترتيب:

- خريطة النطاق العمراني (شكل 1)،
- خريطة نطاق الحماية للطرق الرئيسية (شكل 2)،
- خريطة النطاق حول مواقع النفايات المنزلية الحالية (شكل 3)،

1) ESRI, 2000, p.2

– خريطة المناطق الجيمورفولوجية (شكل 4)،

– خريطة حقول المياه الجوفية وحقول النفط (شكل 5)،

– خريطة التربة (شكل 6)،

– وخريطة النباتات الطبيعية (شكل 7).



وبالطبع تخضع هذه المعايير للإختيار الشخصي للباحث؛ فربما توجد هناك آراء أخرى لإضافة معايير أخرى مثل معيار التركيب الجيولوجي ومعيار الرواسب السطحية وغيرها من المعايير التي يمكن أن يكون لها أثر كبير في نتائج التحليل المكاني لتحديد الموقع الأنسب، وقد إكتفى الباحث هنا باختيار المعايير السبعة المذكورة كنموذج منهجي تطبيقي واضح قابل للتطوير أو للإستخدام في مجالات تطبيقية مماثلة.

وتحتاج الطبقات المعلوماتية التي تشكل المعايير الى تصميم قاعدة معلومات وصفية Attribute database بحيث تكون مرافقة لها، حيث يتم تصميم ملف معلوماتي على أساس منهج قاع دة المعلومات التبادلية Relational Database بحيث يقابل كل خريطة ملف معلوماتي كامل، وكل عنصر مكاني على الخريطة يقابله صف Raw في قاعدة المعلومات يحتوي على ثلاثة أعمدة هى: نمط العنصر Shape type، والرمز التعريفي (ID) Identify No. ، توصيف العنصر Description. ويعد الربط بين الموضوعات التي تشكل

المعايير بواسطة الاحداثيات الجغرافية التي تم الاعتماد عليها في عملية ترقيم الخرائط Map Digitization في مرحلة الادخال.

2) التحويل الآلي للمعلومات المكانية الخطية الى المساحية:

عند إجراء التاحليل المكاني للمعلومات الخرائطية بأسلوب المطابقة Overlaying يفضل تحويلها من النمط الخطي Vector data type الى النمط المساحي Raster data type وذلك بهدف اجراء المطابقة المكانية بين خاصية كل وحدة Pixel في المعلومات من النمط المساحي في كل طبقة معلوماتية التي تشكل المعايير والتي تم ادخالها من قبل.

وتحتاج هذه العملية الى وضع مواصفات للمدخلات الخطية والمخرجات المساحية على النحو التالي:

أولاً: مواصفات المدخلات الخطية Properties of Input Vector data:

يقصد بالمواصفات Properties هنا هو تصنيف المحتويات الكارتوجرافية لكل خريطة الى مجموعات بحيث يمثل كل فئة أو مجموعة رقم كودي واحد وكذلك وضع المسميات التعريفية لكل جزء.

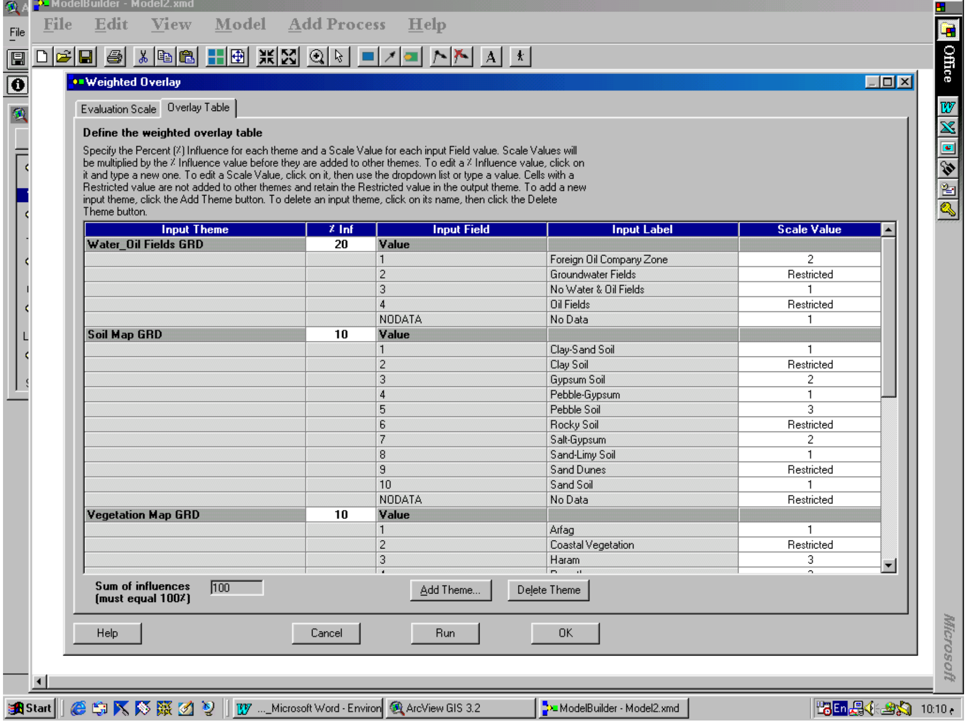
ثانياً: مواصفات المخرجات المساحية Properties of Output Raster data:

تتضمن مواصفات المخرجات للملف المساحي تحديد التدرج اللوني Legend، وإتساع نطاق التحليل Extent حيث يفضل أن يكون هناك اطار واضح لجميع المعلومات وهو في هذه الحالة ملف الخريطة الأساسية Basemap وأيضاً يلزم تحديد حجم الوحدة المساحية Cell size التي يتم على أساسها التحليل المكاني.

3) المطابقة المكانية Spatial Overlaying للمعايير المعلوماتية:

بالاعتماد على وظيفة المطابقةOverlay وتحديد نمط المطابقة وهو المطابقة المتوازنة Weighted Overlay ، وبعد ذلك يتم ادخال جميع المواصفات التي تتعلق بالمعايير المعلوماتية المختلفة في جدول مواصفات المطابقة (شكل 9)، والذي يتكون من المحاور التالية:

- أ) مدخلات المطابقة، وهى جميع المعايير السبع التي سبق اختيارها مسبقاً،
- ب) النسبة المئوية لدرجة الأهمية لكل معيار بالنسبة لجميع المعايير، ولذلك يلزم تحديد النسبة المئوية لكل معيار منسوبة الى مجموع المعايير بحيث يكون المجموع 100%، والجدول (8) يوضع التقدير النسبي لأهمية كل معيار.



المعيار	النسبة المئوية للأهمية
النطاق العمراني	%20
نطاق الحماية للطرق الرئيسية	%10
النطاق حول مواقع النفايات الحالية	%20
الخصائص الجيومورفولوجية	%10
حقول المياه الجوفية والنفط	%20
التربة	%10
النبات الطبيقي	%10
المجمـــــــــــوع	%100

جدول (8): النسبة المئوية للأهمية المكانية للمعايير المعلوماتية

المصدر: تقديرات الباحث

حيث نجد أن المعايير المتعلقة بالنطاق العمراني، والنطاق حول مواقع النفايات الحالية، وحقول المياة الجوفية والنفط تحتل أهمية أكبر من غيرها لذلك تم اختيار نسبة 20% لكل منها، وأما بقية المعايير فقد أُختير لها نسبة 10% لكل منها.

ج) تحديد العناصر التفصيلية لكل معيار؛ وهى تلك المعلومات الفرعية التي تشكل في مجموعها المعيار نفسه مثل أنواع التربة أو أنواع النباتات الطبيعية.

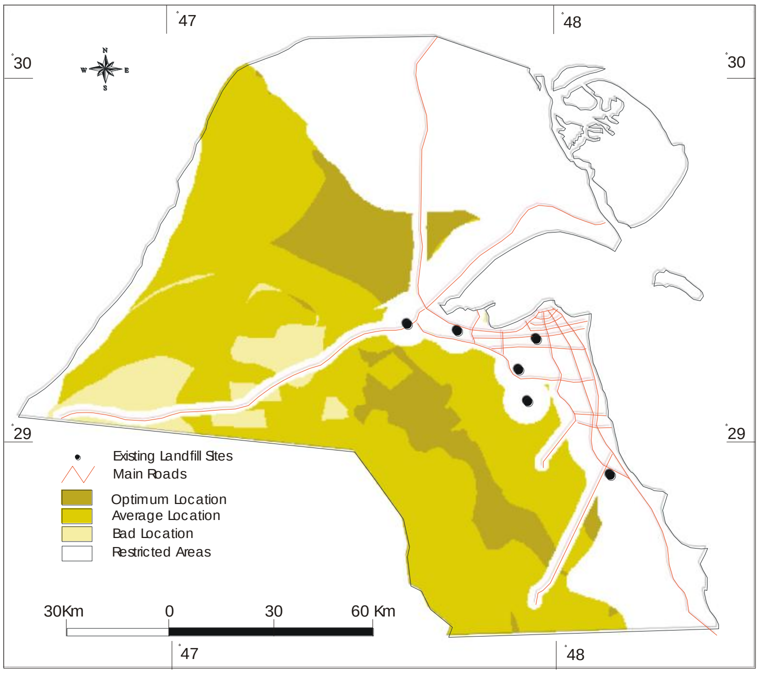
د) تحديد التدرج الفئوي لدرجة أهمية كل معيار؛ والتدرج الفئوي الذي تعتمد عليه الدراسة هو : الأنسب، جيد، متوسط، سيء، الأسوأ، مست بعد حيث ينسب لكل منها قيمة عددية تحدد درجة الأهمية المقابلة لكل معيار.

4) وضع مواصفات مخرجات المطابقة Properties of overlay output:

وهى التدرج اللوني للخريطة النهائية التي تحدد الموقع الأنسب بالنسبة للمفردات الأخرى، وكذلك الاطار extend لعملية اخراج الخريطة النهاية.

5) تشغيل وظيفة التحليل المكاني الآلي للنموذج Run Model:

تتم هذه المرحلة باخيار وظيفة تشغيل النموذج Run Model أي تشغيل النموذج المعلوماتي الآلي بجميع الوظائف التحليلية التي سبق عرضها في الفقرات أعلاه، والذي يؤدي في النهاية الى الحصول على الخريطة النهائية التي تحتوي على الموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية في الكويت مستقبلاً.



تفسير خريطة الموقع الأنسب

الخريطة شكل (9) تمثل النتيجة النهائية لعملية التحليل المكاني الآلي لتحديد الموقع الأنسب لدفن النفايات المنزلية في دولة الكويت حسب المعايير المعلوم اتية التي إعتمدت عليها الدراسة، ويمكن تفسير محتويات الخريطة على النحو التالي:

1 - توضح الخريطة أربعة درجات فقط من درجات إختيار الموقع الأنسب وهى : الأنسب، جيد، متوسط، مستبعد. باعتبار أن درجتي السيء والأسوأ قد انطبقتا في التحليل المكاني مع المساحات المستبعدة من التحليل.

2 - تمتد المساحات التي تمثل الموقع الأنسب في وسط البلاد بحيث تتفادى السلبيات وأيضاً تحقق عامل القرب بالنسبة للعمران، وبمقارنة الخريطة شكل (9) مع الخريطة شكل (4) التي تتضمن حقول المياه الجوفية والنفط نجد أنها تتفادى مناطق تواجد آبار المياة الجوفيةى تماماً باعتبارها أهم المعايير المعلوماتية في اختيار الموقع الأنسب . وتصل نسبة المساحات التي تتبع الموقع الأنسب الى 10% من مجموع مساحة دولة الكويت.

3 - تمتد المساحات ذات التصنيف "جيد" بصورة متاخمة للمساحات ذات التصنيف "الأنسب" ، وتشغل مساحة كبيرة في الجنوب والغرب م ن البلاد وتصل نسبتها الى حوالي 40% من مجموع مساحة دولة الكويت، وبمقارنتها مع الخريطة (1) نجد أنها لاتتعارض مع الامتداد العمراني.

4 - تنحصر المساحات ذات التصنيف "متوسط" في مساحة محدودة على جانبي طريق السالمي السريع بنسبة لاتزيد عن 5% من مجموع مساحة دولة الكويت.

5 - تظهر المساحات ذات التصنيف "مستبعد" في حوالي نصف مساحة دولة الكويت حيث تتركز في النطاق العمراني، والطرق الرئيسية، ومناطق دفن النفايات الحالية، والمناطق التي تنتشر فيها تربة صالحة للزراعة، ومناطق الكثبان الرملية، والتربة الصخرية الى جانب الجزر والمناطق الساحلية.

خلاصة وتوصيات الدراسة

لايستطيع أحد أن ينكر أهمية التخطيط البيئي بالنسبة لجميع مجالات التخطيط المختلفة كالتخطيط الحضري، والتخطيط الاقليمي، والتخطيط العمراني، والتخطيط الصناعي، والتخطيط الزراعي، والتخطيط السياحي وغيرها، بل ونرى أن التخطيط البيئي يمثل اليوم الاطار الشامل الذي يجمع بين كل أنماط التخطيط المعاصرة من ناحية، ويشكل الهيكل العصبي لنجاح أي مجال تخطيطي من ناحية

أخرى، فالخطة التي تتجاهل التوازن البيئي الذي يمثل النتيجة النهائية للتخطيط البيئي الناجح يكون مصيرها التدهور والفشل ان عاجلاً أو آجلاً.

وحيث إن النفايات المنزلية أصبحت تشكل عبءًا كبيراً على المدن الكبرى التي تعاني من زيادة مستمرة في كميات النفايات المنزلية، لذلك تلجأ بعضها الى الدفن الصحي للنفايات الذي يعتمد على أساليب متطورة في تجهيز حفرة الدفن بمواصفات معينة، إلا أن في الغالب لن توضع عوا مل أخرى في الحسبان أثناء اختيار المواقع المخصصة للدفن مما يترتب عليه وجود سلبيات قد تشكل تهديداً للنطاق العمراني المتاخم أو القريب منها، وخاصة اذا تصاعدت غازات سامة أو قابلة للاشتعال كغاز الميثان، أو اذا ما ارتفع منسوب المياه الجوفي وتفاعلت المكونات العضوية للنفايات مع المياة الجوفية وتلوثها بل وتشكل تهديداً صحياً على حياة البشر من خلال تلوث مياة الشرب.

وبالطبع هناك عوامل عديدة تتداخل فيما بينها لتتحكم في مدى صلاحية المواقع المخصصة لدفن النفايات المنزلية منها النطاق العمراني الحالي والمستقبلي المخطط، والبنية الأساسية للطرق، وشبكة البنية التحتية للخدمات، ونوع التربة، والتركيب الجيولوجي، والنباتات الطبيعية، ومناطق آبار المياة الجوفية، ومناطق حقول النفط وغيرها من العوامل.

وعند دراسة كل هذه العوامل مجتمعة للحصول على نتيجة مرضية تخدم التخطيط البيئي لابد من الاعتماد على التقنيات الحديثة ولاسيما تقنية نظم المعلومات الجغرافية وخاصة نظم التحليل المكاني، حيث يتم دراسة الموقع بصورة دقيقة وتحديد العوامل المختلفة التي تدخل في نطاق التحليل المكاني، ومن ثم نمذجة العوامل في صورة معايير معلوماتية مكانية تشترك فيما بينها في تحديد الموقع النسب الذي تتوافر فيه الايجابيات وتقل فيه السلبيات.

وقد أخذت الدراسة الحالية هذا المنهج التطبيقي في التحليل المكاني للعوامل التي يرى الباحث أن لها أهمية مكانية في اختيار الموقع الأنسب، وقد أثبتت نتائج الدراسة بأن لتقنية نظم التحليل المكاني كأحد مجالات تطبيق نظم المعلومات الجغرافية دوراً هاماً، حيث تم الحصول على نتيجة واضحة المعالم والمتمثلة في الخريطة شكل (9) والتفسير المرافق لها.

وتوصي الدراسة بضرورة الاستفادة من التقنيات الحديثة في مجال التخطيط البيئي وذلك بسبب تشعب الأبعاد المعلوماتية التي يعتمد عليها وصعوبة تحليلها بالطرق التقليدية، كما توصي الدراسة بالاستفادة من الفكرة التطبيقية لأسلوب النمذجة المعلوماتية الآلية في مجال تحديد الموقع الأنسب في مجالات تطبيقية مختلفة ليس فقط في مجال تحديد أنسب مواقع لدفن النفايات المنزلية، ولكن أيضاً في مجال تحديد أنسب المواقع لانشاء مركز خدمة معينة وليكن خدمة صحية، أو تعليمية، أو سياحية وغيرها.

References:

Al-Muzaini S. (1992): Environmental Methods for dealing with demostic wastes in Kuwait. In: Journal of the Kuwaiti environment society, No. 40 (Arabic Text).

Al-Saqar, F. (1998): Environmental Planning – its philosophy and objectives. In: Symposium on Geography and Environmental Planning, Kuwait University, pp. 98-108. (Arabic Text).

Aziz, M. (2001): Development of the Functional Structure of Cities in Small Gulf Countries – a Cartographic Case Study of Kuwait, Zeitschrift fuer Geo- und Umweltwissenschaften, Petermanns Geographische Mitteilungen, 145, 2, Gotha Verlag, Germany, pp. 30-39.

Ghunaimi, Z. (1998): Environmental Planning – its meaning, basics and implementation tools. In: Symposium on Geography and Environmental Planning, Kuwait University, pp. 109-128. (Arabic Text).

Jarjouie, M.M. (1998): Planning and Environment in Lebanon, In: Symposium on Geography and Environmental Planning, Kuwait University, pp. 76-97. (Arabic Text).

KISR (Kuwait Institute for Scientific Research) (2000): Natural Resources and Environmental Characteristics in Kuwait, Kuwait. (Arabic Text).

Misak R., S. Mahfouz and T. Al-Asfoor (1998): Desert environment in Kuwait, Center for Research and Studies on Kuwait, Kuwait. (Arabic Text).

Westman W. E. (1984): Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning, New York.

William M. M. (1988): Environmental Planning. In: Anthory J. and J.C. Snyder (eds.) Urban Planning, Chapter 13, London.

الفصل الثالث

تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني لخصائص المياه الجوفية في منطقة الصليبية الزراعية بالكويت[1]

ملخص:

تعتمد منطقة الصليبية الزراعية بالكويت على حقل هام من المياه الجوفية التي تحتاج إلى دراسات متوالية لمتابعة خصائص المياه والمتغيرات التي تطرأ عليها وخاصة في تغير منسوبها، إلى جانب الخصائص الكيمائية والهيدرولوجية وغيرها.

يعتبر حقل المياه الجوفية في الصليبية من أقدم حقول المياه في الكويت، حيث بدأ الإنتاج منه في بداية الخمسينيات من القرن العشرين . جيولوجيا يتكون هذا الحقل من تتابع طبقي من الحصى والرمل ذات أحجام متفاوتة تتخللها طبقات غرينية أو طينية لها دور كبير في تكوين مكامن المياه الجوفية في المنطقة. ويوجد في منطقة الصليبية مكمنان منفصلان بواسطة نطاق شبه منفذ من الطين والغرين.

وتمثل تقنية نظم المعلومات الجغرافية في هذه الدراسة وسيلة لتطبيق منهج التحليل المكاني على المياه الجوفية في منطقة الدراسة من خلال تصميم قاعدة معلومات جغرافية لحقل الصليبية ومن ثم اجراء التحليل المكاني على طبقات المعلومات المكانية، حيث يتم التركيز على عدة موضوعات منها : التحليل المكاني للخصائص الطبوغرافية لحقل الصليبيۃ، وكذلك تحليل الخصائص الهيدروجيولوجية والكميائية لمياه آبار الصليبية، ومن ثم اجراء تطبيق قانون دارسي Darcy's Law لقياس تدفق المياه بين الآبار بالإعتماد على معيار أعماق الآبار ودرجات انحدار الاعماق واتجاهاتها، وأيضا تطبيق نفس القانون لقياس تدفق مفردات الخصائص الكيميائية لمياه الآبار بالإعتماد على معيار أعماق الآبار، والقيم السنوية لمفردات الخصائص الكمية كالأملاح الذائبة، والصوديوم ، والكالسيوم ، والماغنسيوم ، والكلوريد ، والكبريتات، وإجراء مقارنة فيما بينها.

---

[1]) البحث من إنتاج: أ.د. محمد الخزامي عزيز، و أ.د. فوزية الرويح.

كلمات دالة Keywords:
المياه الجوفية بالكويت، النظام الهيدروجيولوجي للمياه الجوفية، التحليل المكاني، نظم المعلومات الجغرافية، جغرافية وهيدرولوجية دولة الكويت ، الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية.

أهداف البحث:

يمكن بلورة أهداف البحث في المحاور التالية:

1) تصميم قاعدة معلومات جغرافية لحقل الصليبية
2) تمثيل كارتوجرافي للخصائص الطبوغرافية لحقل الصليبية
3) تحليل الخصائص الهيدروجيولوجية لآبار حقل الصليبية
4) التحليل المكاني الزمني للخصائص الكيميائية للمياه الجوفية
5) تطبيق قانون دارسي Darcy's Law لقياس تدفق المياه بين الآبار الجوفية.
6) خلاصة وتوصيات.

منهج الدراسة:

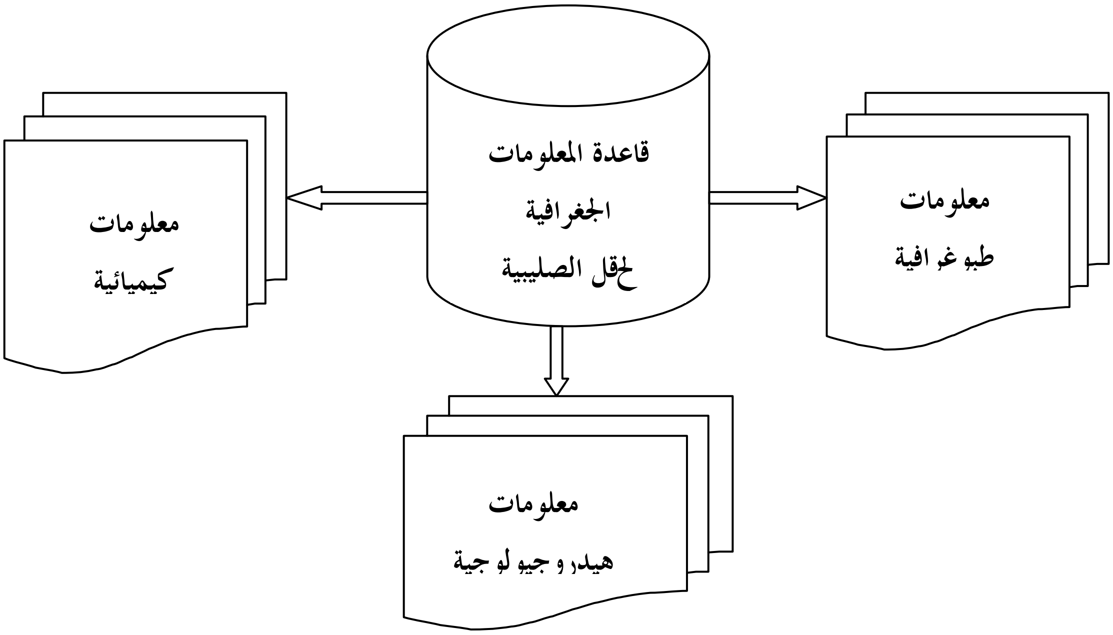
تعتمد الدراسة على منهج التحليل المكاني للبيانات التي تحتويها قاعدة المعلومات الجغرافية بالإعتماد على برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc/GIS 9.1 والبرنامج الفرعي للتحليل المكاني Spatial Analyst ، هذا إلى جانب تطبيق قانون دارسي Darcy's Law لحساب التدفق المائي بين الآبار في منطقة الدراسة وكذلك تدفق الخصائص الكيميائية لمياه الآبار.

أولا: تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية لحقل الصليبية:

تعتمد نظم المعلومات الجغرافية على قاعدة معلومات تضم طبقات مكانية Spatial layers وترتبط بملفات معلوماتية وصفية وتفصيلية Attribute Tables بالإضافة إلى بيانات إحصائية حول مفردات الظاهرات المكانية مجال الدراسة.

ويمكن توضيح محاور تصميم قاعدة المعلومات الجغرافية (شكل 1) كالتالي:

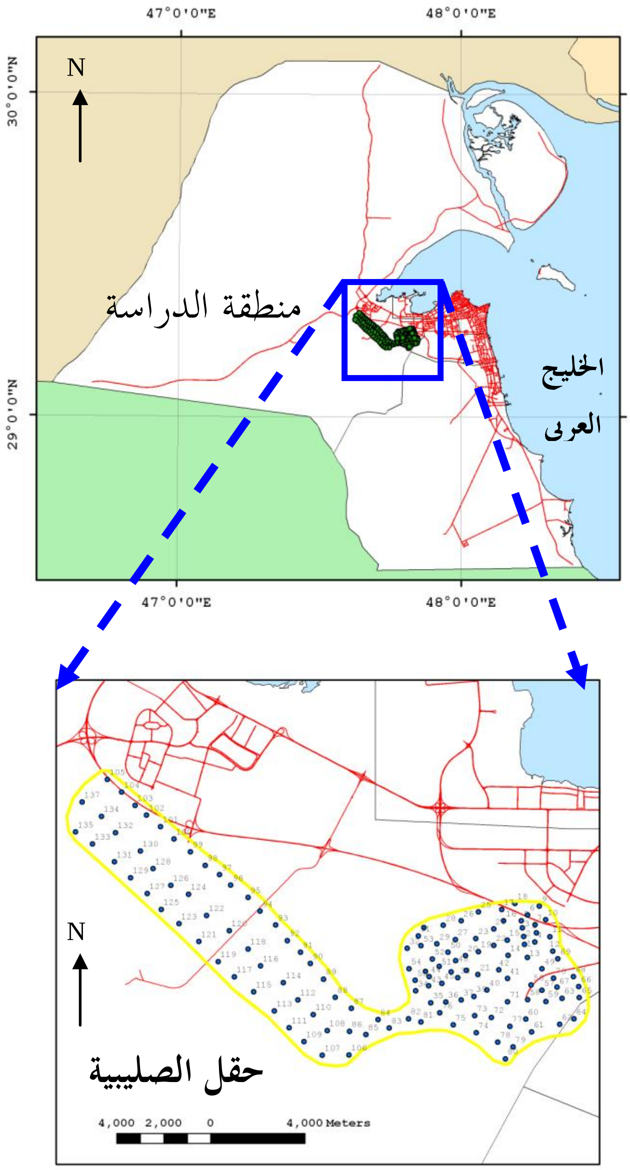
- معلومات طبوغرافية، وتضم طبقة معلوماتية مكانية على هيئة ظاهرات نقطية Point Feature تمثل مناسيب السطح بالنسبة لمستوى سطح البحر، ويتم الاعتماد على هذه الطبقة لتمثيل السطح التضاريسي، ودرجات ميل السطح التضاريسي، وكذلك اتجاهات ميل السطح في منطقة الدراسة.
- معلومات هيدروجيولوجية، وتضم مناسيب أعماق الآبار الجوفية في منطقة الدراسة، وتستخدم في التوزيع المكاني لنمط أعماق الآبار في حقل الصليبية، وكذلك درجات ميل أعماق الآبار، واتجاهات الميل للأعماق، تمهيداً لقياس درجة تدفق الماء بين الآبار.
- معلومات كيميائية، وتضم بيانات التحليل الكميائي لمركبات المعادن و الأملاح لمياه الآبار، وقد تم التركيز على الأملاح الذائبة، والصوديوم، والكالسيوم، والماغنسيوم، والكلوريد، والكبريتات، وتستخدم في التحليل المكاني لنمط التوزيع المكاني لكل منها في السنوات التي وقع عليها الاختيار وهى 1995، 2000، 2005، وكذلك تحليل نمط التغير في قيم تلك الخصائص الكميائية بين كل عامين من السنوات المذكورة، و إبراز مدى وجود تشابه أو اختلاف مكاني فيما بينها، ثم يلي ذلك أيضا تطبيق قانون دارسي Darcy's Law لقياس تدفق المعادن والأملاح فيما بين الآبار الجوفية.
- استخلاص نتائج التحليل المكاني واقتراح توصيات الدراسة.



شكل (1): المحاور المعلوماتية الرئيسية لقاعدة المعلومات الجغرافية لحقل المياه الجوفية في الصليبية بالكويت

ثانياً: الموقع الجغرافي لحقل الصليبية:

بدراسة شكل (2) يتبين أن حقل الصليبية للمياه الجوفية يقع إلى الجنوب الغربي للنطاق الحضري للكويت ويحتوي على 137 بئراً، يتجمع منها في الطرف الغربي عدد 80 بئرا في صورة غير منتظمة ولكن متجمعة في نطاق شبه مربع يصل طول ضلعه حوالي6 كم، مما يشير إلى كثافة الآبار في المنطقة، أما الآبار من رقم 81 إلى 137 تأخذ امتداداً طولياً على هيئة ثلاثة خطوط متوازية تقريباً تشكل نطاق شبه مستطيل بطول يصل إلى 15 كم وبعرض لايزيد عن 3 كم فقط.



شكل (2): الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

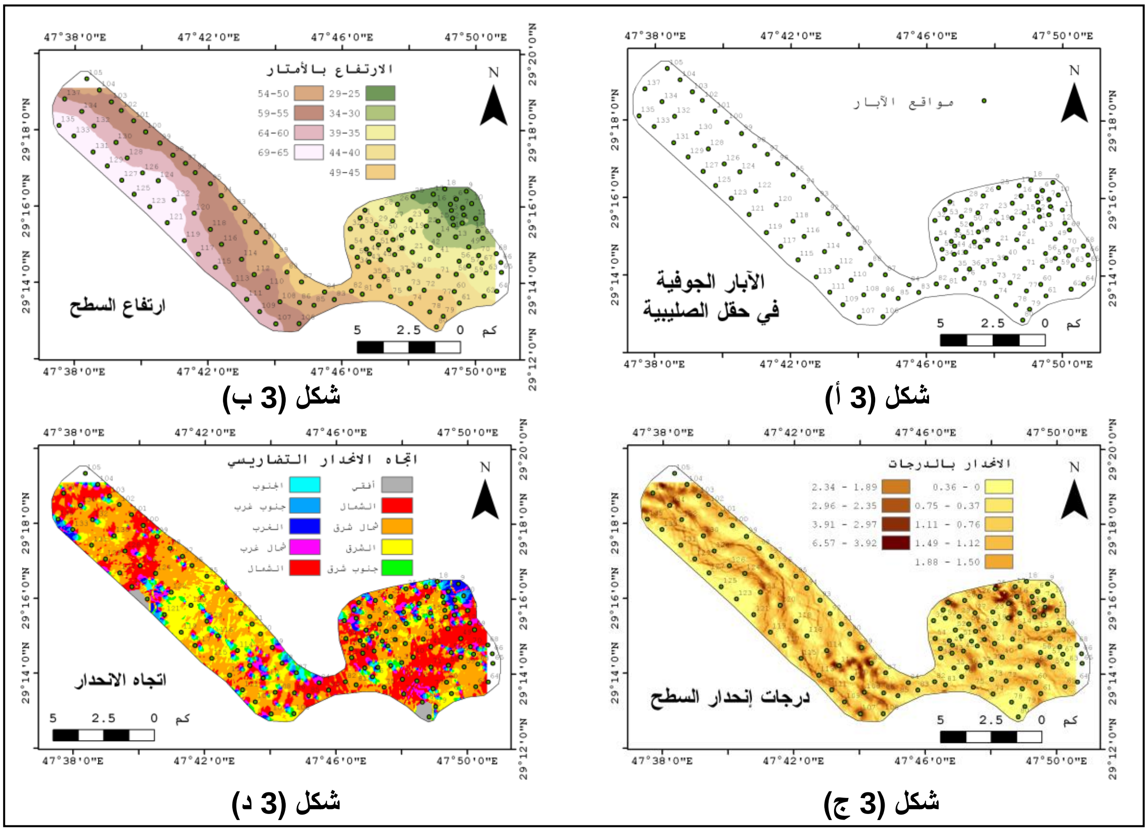
ثالثاً: الخصائص الطبوغرافية لحقل الصليبية:

يمثل شكل(3 أ) الخريطة الاساسية للتوزيع المكاني للآبار الجوفية في حقل الصليبية والتي تم الإعتماد عليها في جميع الفقرات المتعلقة بالدراسة الحالية. ويظهر شكل (3ب) تمثيل كارتوجرافي لارتفاع السطح في حقل الصليبية، حيث يتبين أن المنطقة بشكل عام تتسم باستواء السطح مع وجود ارتفاع نسبي في الجانب الغربي للحقل يصل إلى 70 متر تقريباً ويتدرج ارتفاع السطح تدريجيا ليصل في الجزء الشرقي للحقل عند 25 مترا فقط فوق مستوى سطح البحر ويشغل معظم سطح الحقل ارتفاع

مابين 35 – 50 مترا بنسبة تزيد عن 60% من إجمالي مساحة الحقل مما يؤكد استوائية السطح.

والخريطة شكل (3 ج) تظهر تمثيل كارتوجرافي لدرجات انحدار السطح والتي تتوافق مع شكل (3ب) في التدرج في ارتفاع السطح، حيث تظهر بأن أقصى درجات انحدار تتراوح مابين 2 إلى 6.57 درجة تبرزها الدرجات الثلاث باللون البني على هيئة أقواس في اتجاه جنوب غربي إلى شمال شرقي، بينما تتراوح مابين صفر درجة إلى أقل من 2 درجة في معظم أراض الحقل بنسبة تزيد عن 65% من إجمالي مساحة الحقل، مما يؤكد أيضا على استوائية السطح التضاريسي.

ويظهر شكل (3 د) اتجاهات الإنحدار حيث يتبين أن نسبة 40% من أراضي الحقل تنحدر نحو الشمال، بينما نسبة 35% تنحدر نحو الشرق والشمال الشرقي، وتبقى النسبة المتبقية تتراوح بين الجنوب والغرب باستثناء نسبة لا تتعدى 3% تظهر استوائية السطح تماما، أي أفقية. ويلاحظ أن الآبار الجوفية تتركز في نطاق الإنحدار نحو الشمال في اتجاه جون الكويت وهو يتفق تماماً مع نمط التصريف المائي السطحي الذي ربما لعب دورا أساسيا في تكوين المياه الجوفية في الحقل.



شكل (3): التمثيل الكارتوجرافي للخصائص الطبوغرافية لحقل الصرليبية

رابعاً: الخصائص الهيدروجيولوجية لحقل الصليبية:

تركز الدراسة على تمثيل كارتوجرافي للخصائص الهيدروجيولوجية في التوزيع المكاني لأعماق الآبار، ودرجات انحدار الإعماق، واتجاهات الإنحدار، فشكل (4ب) يظهر أن النطاق الإوسط من حقل الصليبية يتسم بأكثر الآبار عمقاً ما بين 75-84 متراً والتي تصل إلى 40 بئراً بنسبة 29% من إجمالي الآبار، بينما النطاق الشرقي والشمالي الغربي تتركز أقل الآبار عمقاً والتي تتراوح مابين 33-44 مترا فقط والتي يزيد عددها عن 73 بئراً بنسبة 53% من إجمالي عدد الآبار، ويتبقى 24 بئراً بنسبة 17.5% تنتشر في الوسط والغرب من حقل الصليبية.

وإذا قارنا شكل (4ج) حول درجات انحدار أعماق الآبار مع خريطة أعماق الآبار يتبين أن هناك علاقة مكانية طردية بين عمق الآبار وبين درجة انحدار الإعماق، حيث تتركز درجات الإنحدار القصوى في النطاق الذي يتسم بالعمق الإكثر في وسط

حقل الصليبية والتي تتراوح مابين 16 و 23 درجة بينما معظم نطاق حقل الصليبية تسود فيه درجات انحدار منخفضة تتراوح ما بين الإستوائية التامة أي صفر درجة و 3 درجة. ويلاحظ على الشكلين (4 ب، 4 ج) بتركز واضح لدرجات الإنحدار في المناطق ذات الإعماق المنخفضة وخاصة في الشرق والشمال الغربي.

ويظهر شكل (4 د) اتجاهات انحدار أعماق الآبار والتي يتبن منها أن هناك تداخل شديد في اتجاهات الإنحدار حيث لاتوجد آبار تأخذ اتجاه انحدار محدد، وبشكل عام يمكن التأكيد على تركز الإنحدار في الإتجاه الشمال والشمال الغربي في معظم الآبار وإن كانت بصورة منتشرة في الحقل و إن كانت تميل إلى التركز في النطاق الشرقي والشمال الغربي للحقل أي أن المناطق التي تنخفض فيه أعماق الآبار تأخذ اتجاهات الإنحدار نحو الشمال والشمال الغربي.

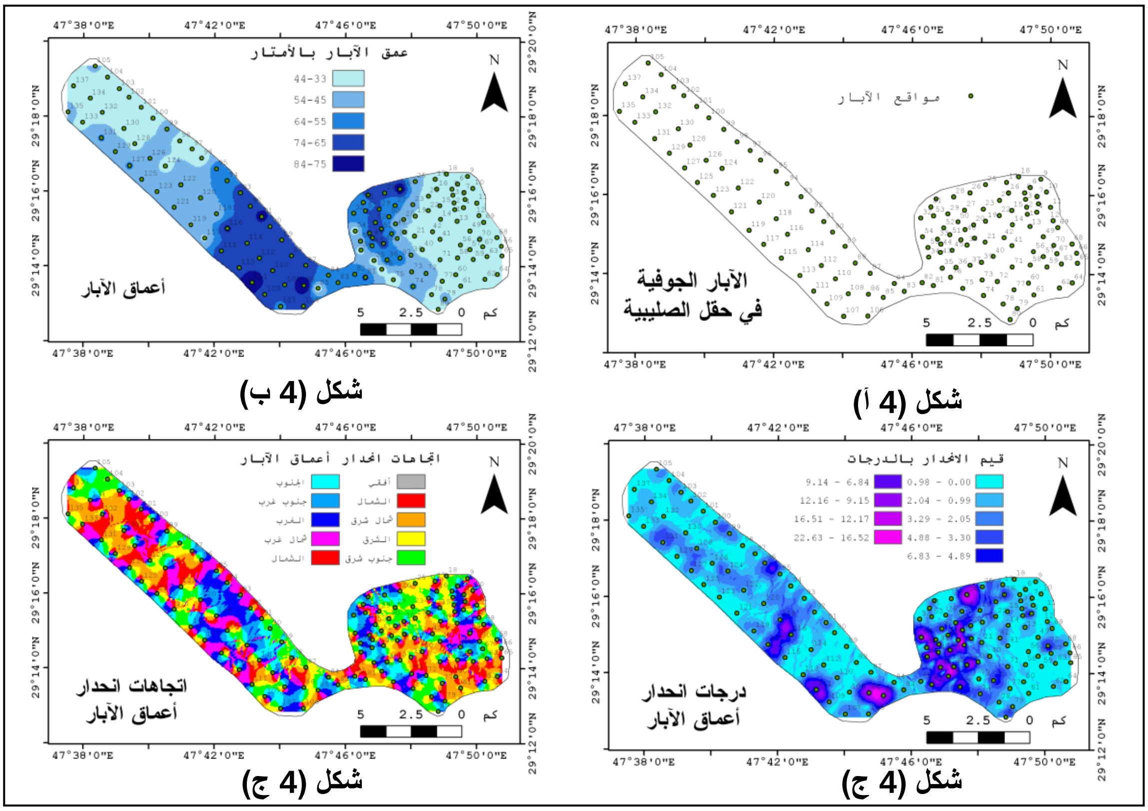
وبمقارنة الخرائط التي تبرز تمثيل كارتوجرافي لخصائص الطبوغرافية والخصائص الهيدروجيولوجية يمكن استخلاص العلاقات المكانية بين طبيعة السطح التضاريسي وبين هيدروجيولوجية الآبار على النحو التالي:

- توجد هناك علاقة مكانية واضحة بين طبيعة السطح التضاريسي وبين الطبيعة الهيدروجيولوجية للآبار، حيث تتركز الآبار الإكثر عمقاً في وسط الحقل حيث السطح الإكثر ارتفاعاً، وكذلك المناطق التي توجد فيها آبار أقل عمقاً تتسم بانخفاض السطح النسبي، أي أن هناك علاقة طردية.

- توجد علاقة مكانية محدودة بين درجات انحدار السطح وبين درجات انحدار أعماق الآبار وتتمثل في مساحات محدودة في وسط الحقل ولكنها لا تشكل سمة سائدة في الحقل، حيث لا تتفق درجات انحدار السطح مع درجات انحدار أعماق الآبار في معظم مساحة الحقل والتي تزيد عن 90% من إجمالي مساحة الحقل.

- لا توجد هناك علاقة مكانية واضحة بين اتجاهات انحدار السطح التضاريسي وبين اتجاهات انحدار أعماق الآبار، فبينما تتركز مناطق ينحدر فيها السطح

التضاريسي نحو الشمال والشمال الغربي تتداخل فيها انحارات أعماق الآبار في معظم الإتجاهات.



شكل (4): الخصائص الهيدروجيولوجية لحقل الصليبية

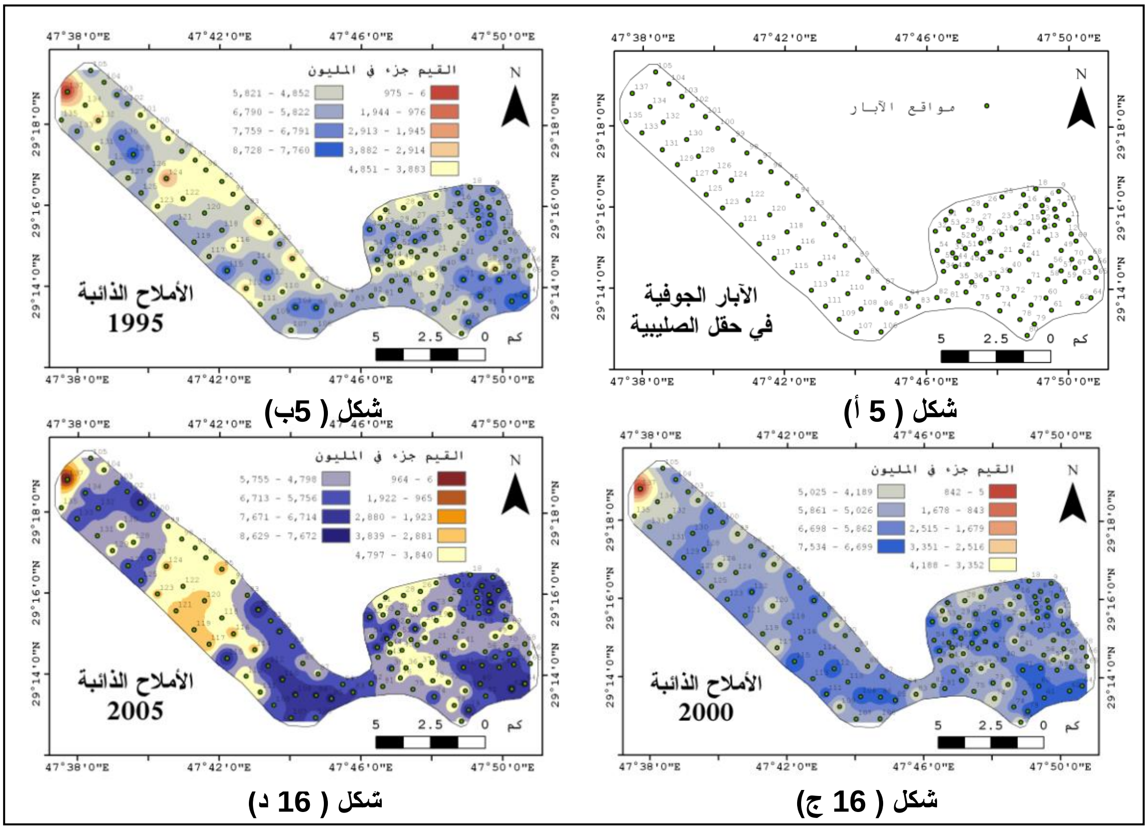
<u>خامساً: الخصائص الكيميائية لحقل الصليبية:</u>

ركزت الدراسة على العناصر الأساسية لمياه آبار حقل الصليبية وهى : مجموع الأملاح الذائبة (TDS)، والصوديوم (Na)، والكالسيوم (Ca)، والماغنسيوم (Mg)، والكلوريد (CL)، والكبريتات (SO_4). كما ركزت الدراسة هنا على عرض الخصائص الكيميائية لمركبات الأملاح في شكل مقارن بين السنوات 1995، و2000، و2005 لتوضيح الإختلافات المكانية للتوزيع المكاني لمجموع مركبات الأملاح في السنوات المذكورة، ثم يلي ذلك توزيع مساحي لطبيعة التغيرات المكانية بين عامي 1995 و2000، وعامي 2000 و 2005، وأخيراً بين عامي 1995 و 2005 بهدف توضيح نمط التغير المكاني بين السنوات المذكورة.

1) خصائص التوزيع المكاني لمجموع الأملاح الذائبة (TDS):

بمقارنة الخرائط شكل (5 ب، 5 ج، 5 د) التي تظهر التوزيع المكاني للأملاح الذائبة في مياه آبار الصليبية، حيث يتبين التالي:

- يتسم التوزيع المكاني للأملاح الذائبة لعام 1995 بتركز القيم الإعلى ما بين 5000 و 8000 جزء في المليون في النطاق الشرقي لحقل الصليبية، بينما القيم الإقل مابين 6 و 2000 جزء في المليون تتركز في نطاق ضيق في الطرف الشمالي الغربي للحقل وخاصة عند بئر رقم 137، وبئر رقم 124. وتسود القيم المتوسطة مابين 2000 و 5000 جزء في المليون في معظم الحقول بنسبة 65% من إجمالي الآبار.
- تشير الخريطة شكل (5ج) بارتفاع واضح لقيم الأملاح الذائبة في عام 2000 ما بين 5000 إلى 8000 جزء في المليون في معظم الآبار مما يؤكد على وجود اختلاف مكاني في الخصائص الكيميائية المتعلقة بالأملاح الذائبة، بينما تستمر الآبار في أقصى الشمال الغربي لحقل الصليبية في انخفاض شديد للأملاح الذائبة التي تتراوح مابين 5 و 4000 جزء في المليون.
- ترتفع قيم الأملاح الذائبة في عام 2005 مابين 4000 و 8500 جزء في المليون في النطاق الإوسط والشرقي لحقل الصليبية، بينما تتراجع القيم إلى مابين 2000 و 4000 جزء في المليون في النطاق الغربي مما يؤكد وجود تفاوت مكاني بين السنوات المختلفة.

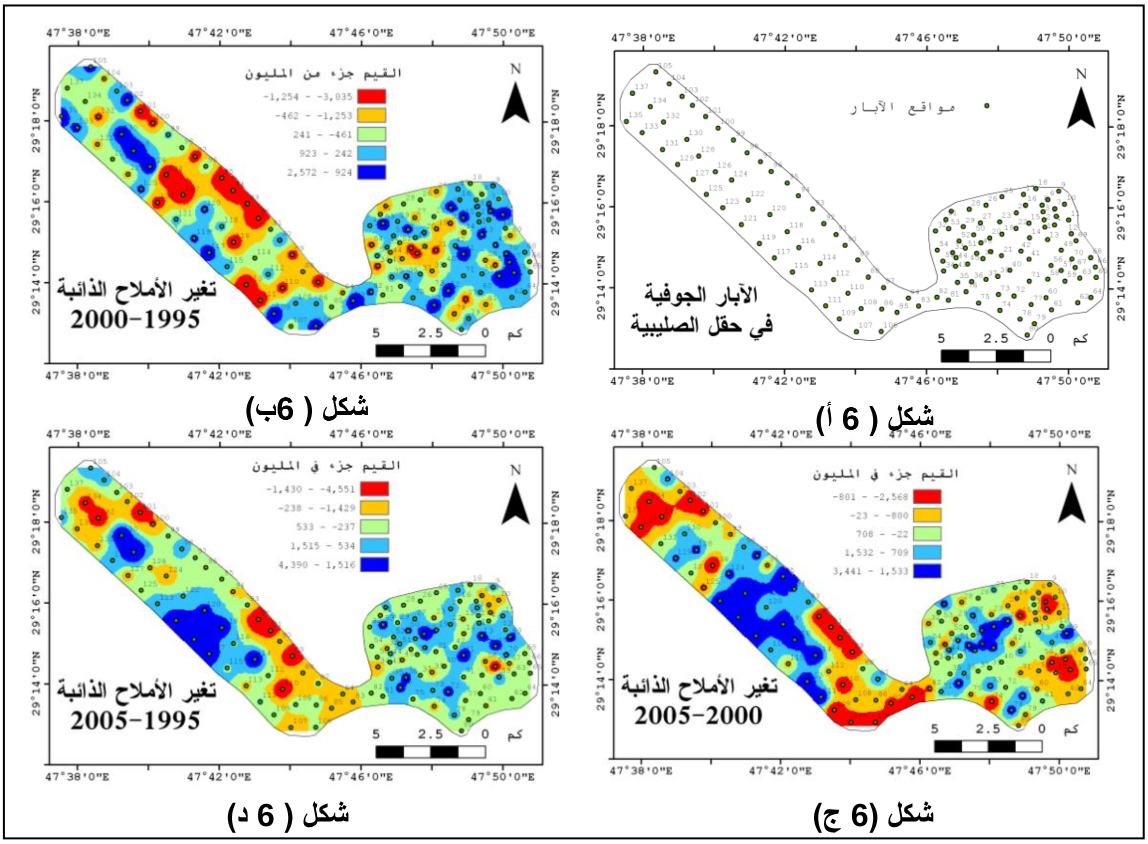


شكل (5): التوزيع المكاني لمجموع الأملاح الذائبة في آبار الصليبية

وبمقارنة إلاشكال (6 ب، ج، د) التي تظهر نمط التغير المكاني بين كل خمس سنوات من الفترات الزمنية التي اعتمدت عليها الدراسة، حيث يمكن استخلاص التالي:

-تتفق الخرائط الثلاثة على وجود تغير سلبي في قيم مجموع الأملاح الذائبة في النطاق إلاوسط من حقل الصليبية باستثناء امتداد التغير السلبي في النطاق الشرقي بين عامي 2000 و 2005.

-يتسم النطاق إلاوسط الغربي بتغير ايجابي في قيم الأملاح الذائبة فيما بين عامي 2000 و 2005، وأيضا بين عامي 1995 و 2005، وخاصة في نطاق الآبار 115، 116، 119، 121 مما يؤكد على وجود أسباب مكانية وراء هذا التغير.



شكل (6): التوزيع المكاني لتغير العناصر الذائبة

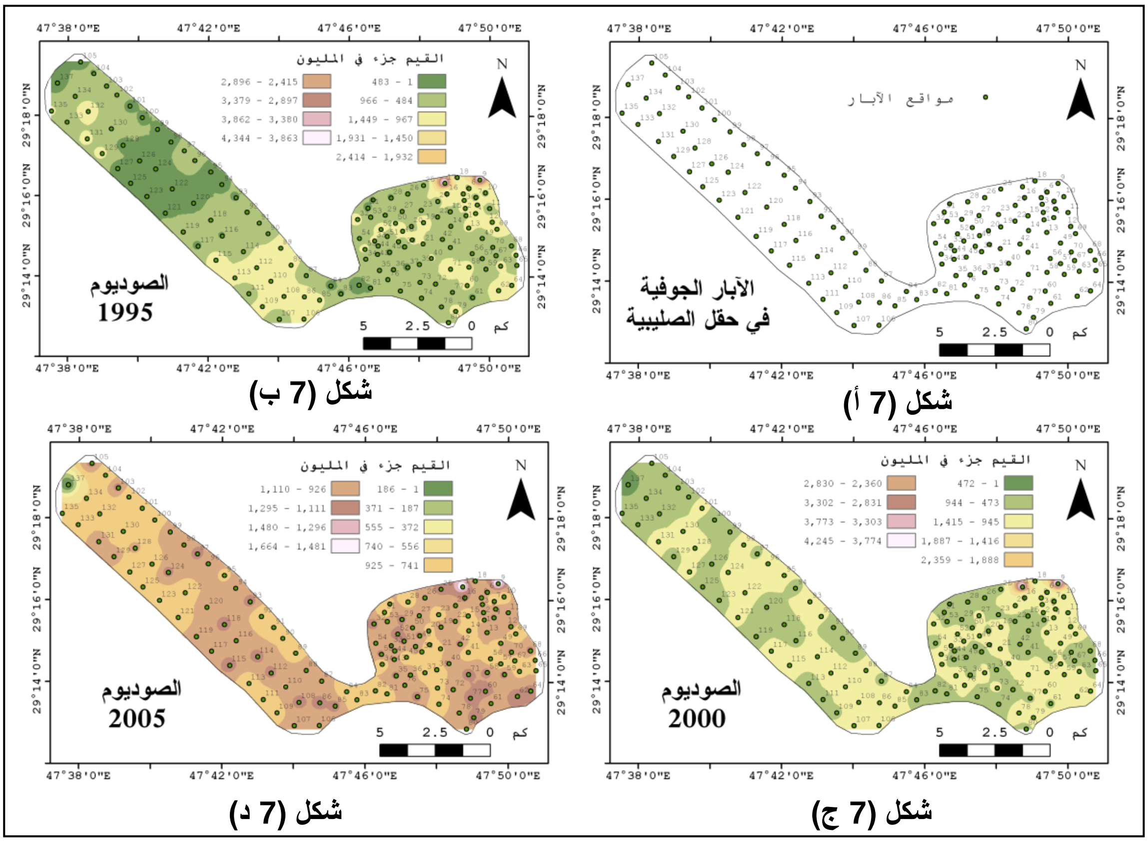
2- خصائص التوزيع المكاني للصوديوم (Na):

يظهر شكل (7ب، ج، د) التوزيع المكاني لقيم الصوديوم في مياه آبار الصليبية في السنوات الثلاثة 1995، 2000، 2005 حيث يمكن استخلاص التالي:

-تتشابه الخريطتين لعامي 1995 و 2000 من حيث نمط التوزيع وكذلك قيم الصوديوم في المياه والتي تتقارب إلى حد كبير وتتراوح مابين 1 و 1500 جزء في المليون، وتتلاشى تقريبا القيم أعلى من 1500 جزء في المليون باستثناء نطاق حقول 17 و9 في أقصى الشمال الشرقي التي ترتفع فيها القيم لتصل إلى أكثر من 4000 جزء في المليون.

-تختلف تماما الخريطة شكل (7د) لعام 2005 حيث تسود القيم المرتفعة نسبياً مابين 1000 و 1700 جزء في المليون في معظم النطاق الشرقي و الاوسط لحقل الصليبية لتغطي نسبة 65% من إجمالي المساحة، بينما تنحصر القيم

المتوسطة بين 500 و 1000 جزء في المليون في النطاق الشمالي الغربي وبعض الآبار في الوسط والشمال، وتقتصر القيم المنخفضة التي تنحصر مابين 1 و 370 جزء في المليون حول البئر رقم 137 في أقصى الشمال الغربي. ويلاحظ على قيم عام 2005 بانخفاض كبير بمقارنتها مع عامي 1995 و 2000، مما يشير إلى انخفاض عام في قيم الصوديوم في جميع الآبار في عام 2005 عن عامي 1995 و 2000، حيث تنحصر القيم بين 1 و 1670 جزء في المليون بينما في الأعوام الأخرى يمتد المدى إلى أكثر من 4000 جزء في المليون.



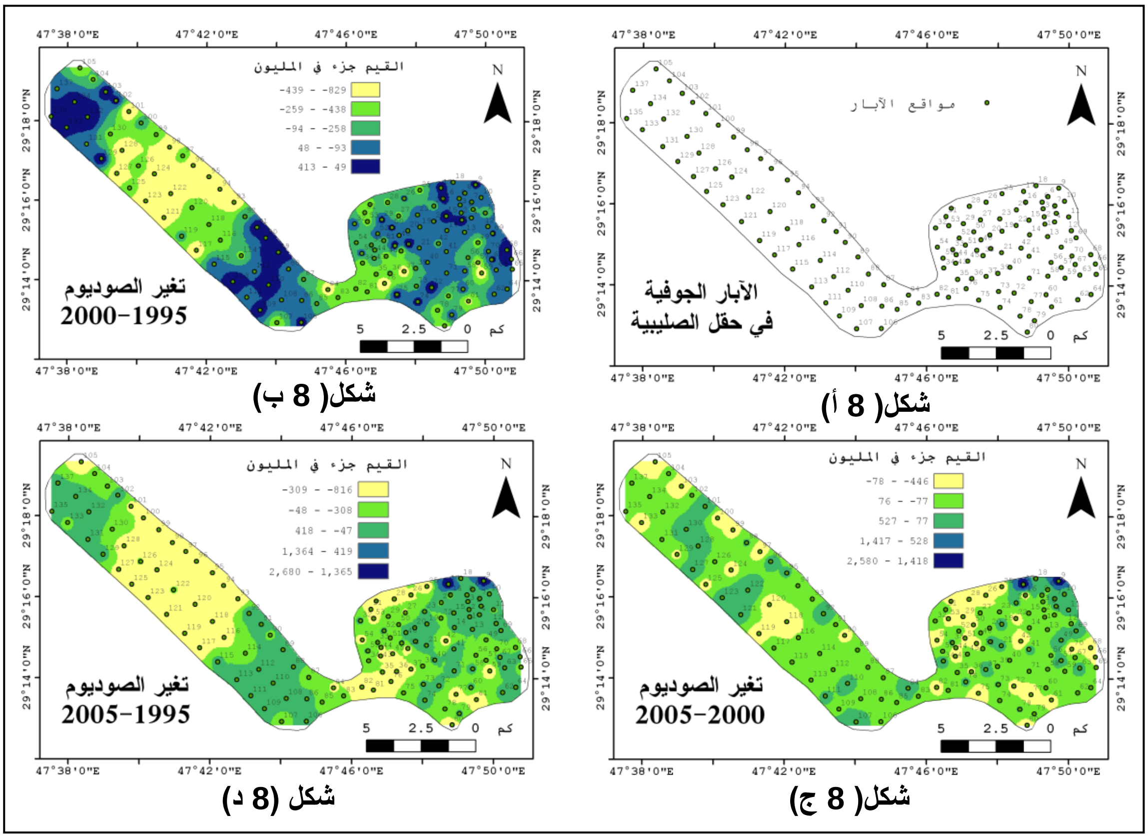
شكل (7): التوزيع المكاني للصوديوم في حقل الصليبية

وبدراسة الشكل (8 ب، ج، د) والذي يظهر نمط التغير المكاني في توزيع الصوديوم بين كل خمس سنوات من سنوات الدراسة يمكن استخلاص التالي:

-يتركز التغير السلبي بين عامي 1995 و 2000 في النطاق الشمالي بوضوح وفي بعض آبار متفرقة في النطاق الشرقي والوسط، بينما يتركز التغير الإيجابي في أقصى الشمال الغربي وأقصى الشرق وفي النطاق الأوسط.

-يتركز التغير السلبي بين عامي 2000 و 2005 في مناطق متفرقة في الشمال والشرق والوسط أي بشكل عشوائي، بينما التغير الإيجابي يسود في معظم الآبار ويصل إلى أقصاه في الإطراف الشمالية الشرقية حول آبار 9، 18، 17، 6.

-يتركز التغير السلبي بين عامي 1995 و 2005 في نطاق واسع في الشمال والشمال الغربي لحقل الصليبية، بينما يتركز التغير الإيجابي المحدود في الشرق والوسط وأقصى الشمال الغربي، كما تتركز في نطاق الآبار 9، 18، 17، و 6 في أقصى الشمال الغربي التغيرات المرتفعة والتي تتطابق من حيث المبدأ مع نمط التغير بين عامي 1995 و 2000 سالفة الذكر.

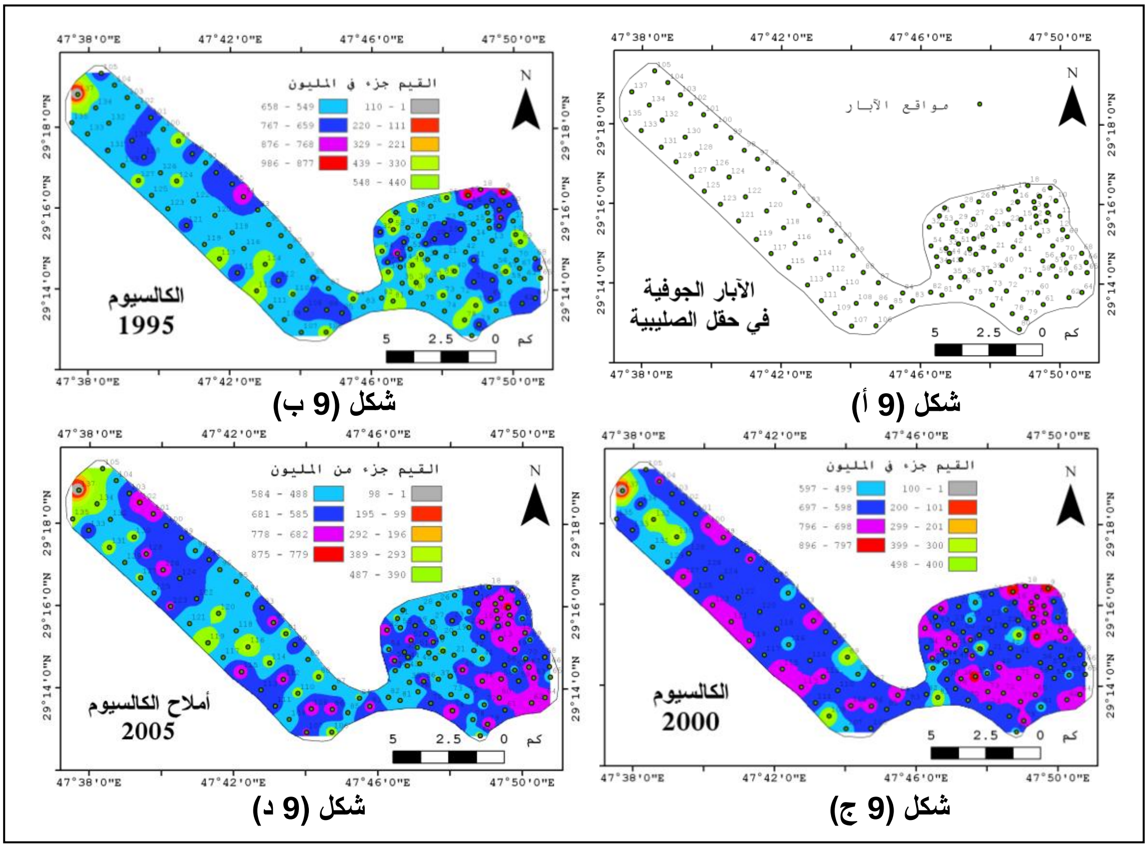


شكل (8): التوزيع المكاني لنمط التغير في قيم الصوديوم

3- خصائص التوزيع المكاني للكالسيوم (Ca):

يظهر شكل (9 ب، ج، د) التوزيع المكاني للكالسيوم في مياه آبار الصليبية للسنوات 1995، 2000، 2005 والتي يمكن استخلاص التالي:

- تنحصر الآبار التي تتسم بارتفاع قيم الكالسيوم فيها في عام 1995 على مناطق متفرقة في أنحاء حقل الصليبية وخاصة في الشرق والشمال والتي تصل مابين 650 و 770 جزء في المليون، بينما تنحصر القيم التي ترتفع إلى مابين 770 و 986 جزء في المليون في أقصى الشرق عند آبار 9، 18، و17، وكذلك في الشمال عند بئر رقم 95 وفي أقصى الشمال الغربي عند بئر رقم 137، وتسود في أكثر من 80% من مساحة حقل الصليبية قيم متوسطة تنحصر مابين 549 و 658 جزء في المليون، مع وجود قيم متفرقة مابين 330 و 547 جزء في المليون في شرق ووسط الحقل.
- يختلف نمط التوزيع المكاني للكالسيوم في عام 2000 عن عام 1995 بشكل واضح، حيث تتركز القيم المرتفعة في مناطق أكثر اتساعا تصل إلى 25% من إجمالي مساحة حقل الصليبية وتصل مابين 658 و 896 جزء في المليون، وتنتشر على نطاق واسع قيم مرتفعة نسبيا مابين 589 و 697 جزء في المليون. وتوجد قيم منخفضة نسبياً في مناطق متفرقة في أقصى الشمال الغربي، وفي الوسط تنحصر مابين 300 و 498 جزء في المليون.
- يتشابه نمط التوزيع المكاني للصوديوم بين عامي 2005 و 2000 حيث تتركز القيم المرتفعة في النطاق الشرقي والوسط والشمال الغربي إلا أنها لا تزيد عن 20% من إجمالي مساحة حقل الصليبية، بينما تنتشر القيم المتوسطة مابين 486 و 584 جزء في المليون في معظم آبار الحقل بنسبة تزيد عن 50% من إجمالي المساحة.



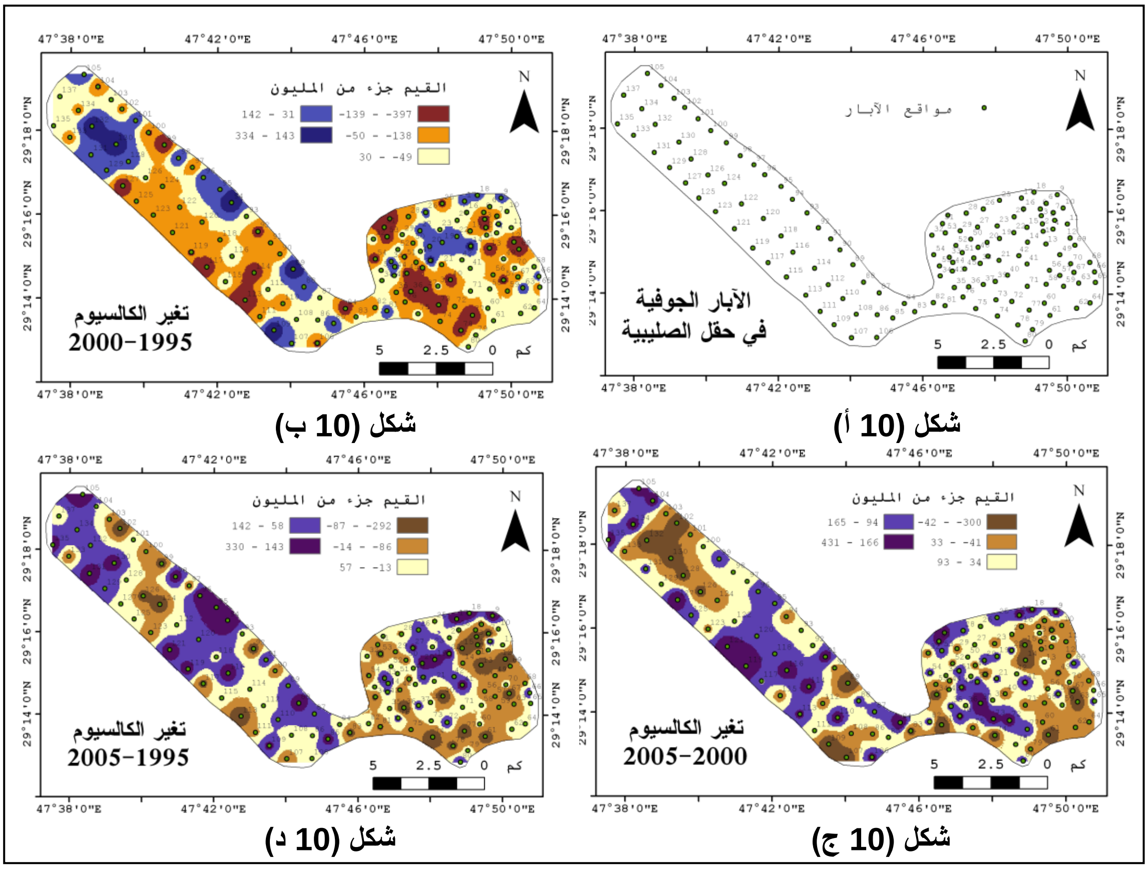
شكل (9): التوزيع المكاني للكالسيوم في حقل الصليبية

وبدراسة الشكل (10 ب، ج، د) حول نمط التغير المكاني في توزيع الكالسيوم بين كل عامين يمكن استخلاص التالي:

- تشغل تقيم التغير السلبي معظم نطاق حقل الصليبية بين عامي 1995 و 2000 بنسبة تزيد عن 75 % من إجمالي المساحة بينما تنحصر قيم التغير الإيجابي في 25% من المساحة مما يؤكد على أن هناك تناقص واضح في قيم الكالسيوم بين عامي 1995 و 2000.

- تشير نمط التغير في قيم الكالسيوم بين عامي 2000 و 2005 إلى إستمرار التغير السلبي في قيم الكالسيوم بين العامين بالرغم من تفاوت مكاني وا ضح بين العامين 1995 و2000. كما يتضح تركز قيم التغير الإيجابي في الوسط والأطراف الشمالية وأقصى الشمال الغربي.

-يتقارب نمط التغير المكاني في قيم الكالسيوم بين عامي 1995 و 2005 مع نمط التغير بين عامي 2000 و 2005 من حيث تركز قيم التغير الإيجابية والسلبية مما يؤكد بعدم وجود تغير كبير خلال الفترة اللاحقة لعام 2000.



شكل (10): التوزيع المكاني لنمط التغير المكاني في قيم الكالسيوم

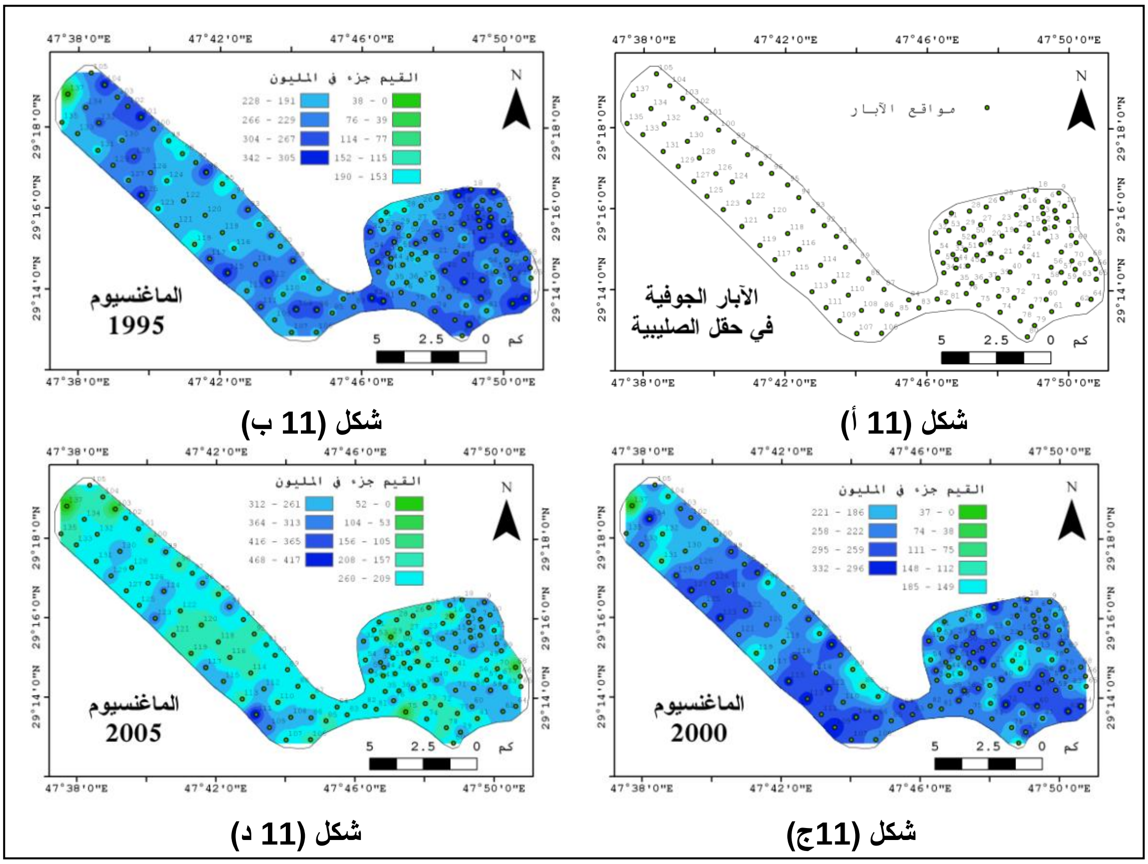
4- خصائص التوزيع المكاني للماغنسيوم (Mg):

بدراسة شكل (11ب، ج، د) حول التوزيع المكاني لماغنسيوم في السنوات 1995، 2000، 2005 يمكن استخلاص التالي:

-يتقارب نمط التوزيع المكاني للماغنسيوم في عامي 1995 و 2000 حيث تتركز القيم المرتفعة في النطاق الشرقي والوسط والشمالي الغربي في مساحة تتراوح مابين 60-70% من إجمالي مساحة حقل الصليبية وتتراوح قيم الماغنسيوم في هذه المساحة مابين 222 و 342 جزء في المليون . بينما يتركز في النطاق الشمالي قيم متوسطة تتحصر مابين 112 و 221 جزء في

المليون، وتقتصر القيم المنخفضة على النطاق في أقصى الشمال الغربي حول بئر رقم 137.

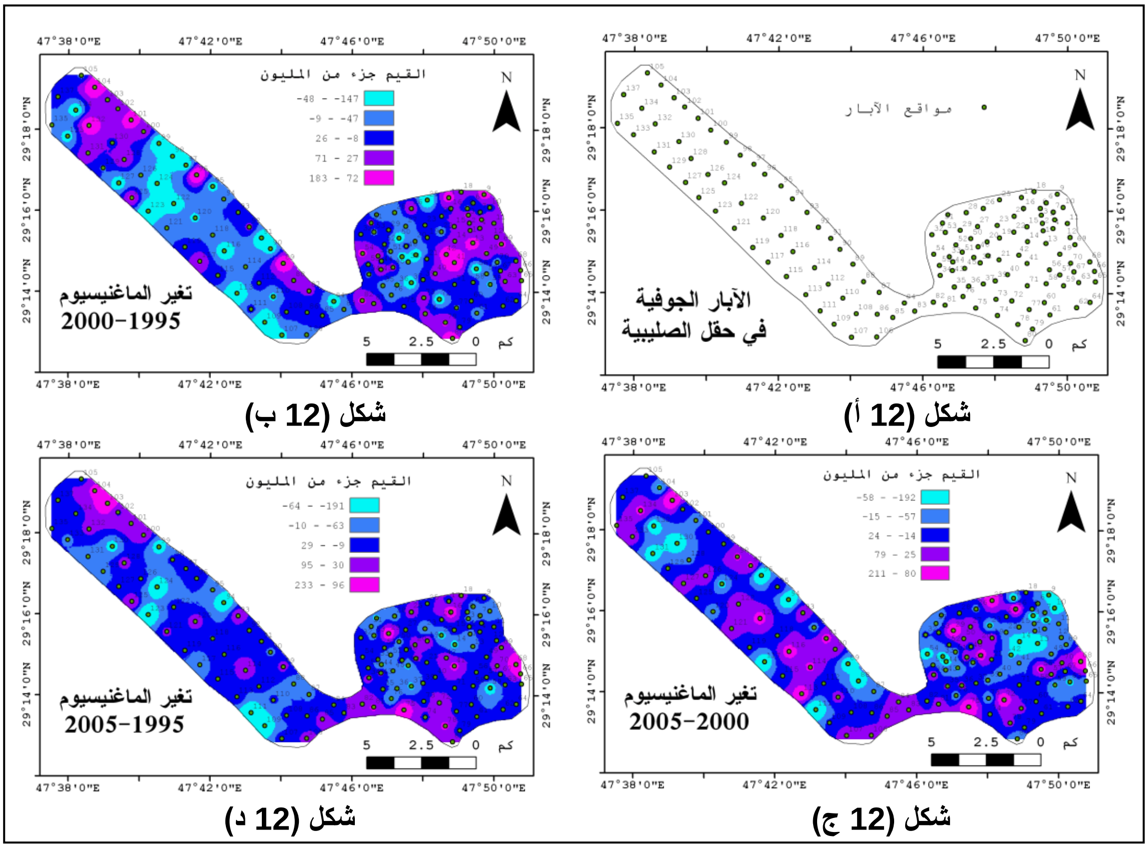
- يختلف نمط التوزيع المكاني للماغنسيوم في عام 2005 عن العامين السابقين بشكل واضح حيث تقتصر القيم المرتفعة على نطاق ضيق في الوسط الجنوبي حول بئر رقم 109، 111 فقط، بينما تنتشر في أكثر من 90% من مساحة الحقل القيم المتوسطة التي تتحصر مابين 105 و 280 جزء في المليون، كما تنتشر في نطاق ضيق قيم منخفضة في أقصى الشمال الغربي و الوسط والشمال بصورة متفرقة وتتحصر قيمها مابين صفر و100 جزء في المليون.



شكل (11): التوزيع المكاني للماغنسيوم في حقل الصليبية

وبدراسة (12 ب، ج، د) حول نمط التغيرات المكانية للماغنسيوم يمكن استخلاص التالي:

- تسود التغيرات الإيجابية في معظم الآبار بين عامي 1995 و 2000، بينما تكمن التغيرات السلبية في نطاق مساحى ضيق يتوزع بشكل غير منتظم في الوسط والشمال، كما تتركز التغيرات الإيجابية المرتفعة مابين 72 و 383 جزء في المليون حول عدد من الآبار لايتعدى ثمانية منها.
- لايختلف نمط تغير الماغنيسيوم بين عامي 2000 و 2005 عن مثيلتها بين عامي 1995 و 2000 إلا أن قيم التغير الإيجابي تزيد قليلاً في الحالة الاولى عنها في الثانية.
- تتركز قيم التغير الإيجابية في النطاق الشرقي والشمال الغربي من حقل الصليبية بين عامي 1995 و 2005 وخاصة في نطاق الآبار الحدودية مما يشير إلى وجود عوامل خارج نطاق حدود حقل الصليبية تؤثر في هذا التغير، ويتركز التغير السلبي في النطاق الاوسط وفي مناطق متفرقة في الجانب الغربي لحقل الصليبية.



شكل (12): نمط التغير في قيم الماغنيسيوم في حقل الصليبية

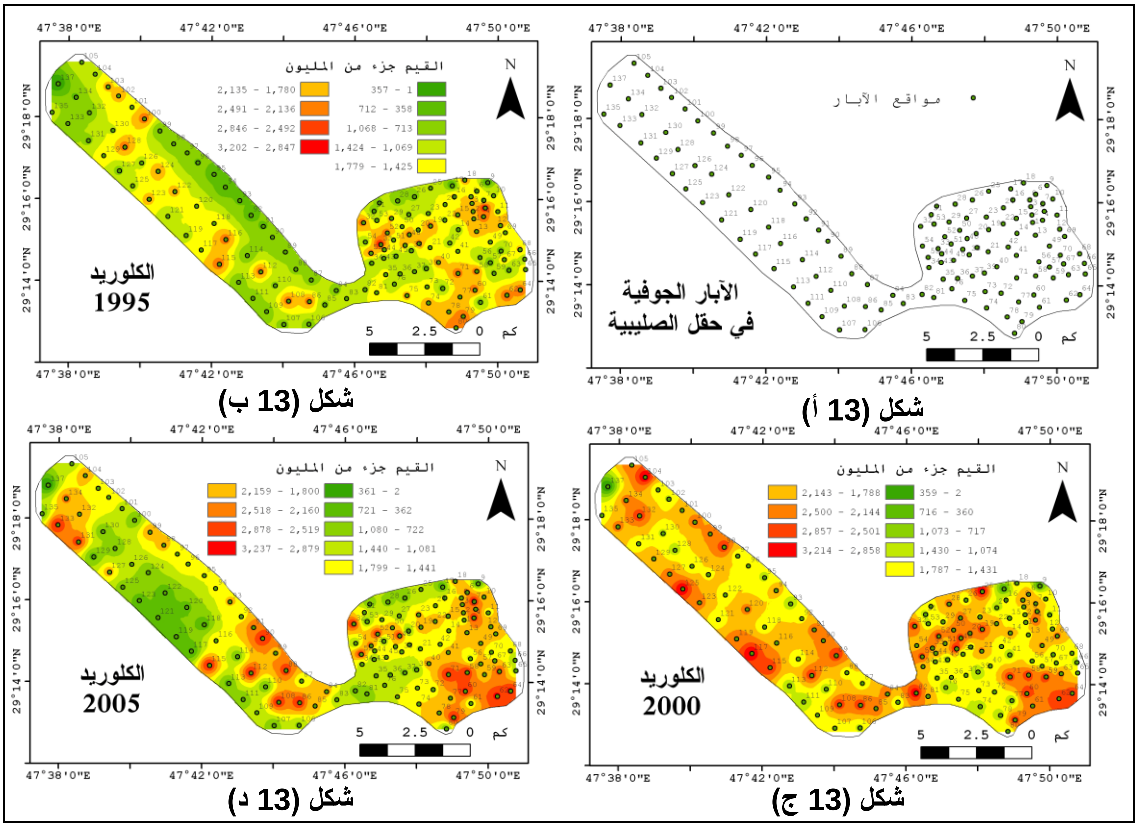
5- <u>خصائص التوزيع المكاني للكلوريد (Cl)</u>

بدراسة (13ب، ج، د) حول التوزيع المكاني للكلوريد في مياه آبار الصليبية في السنوات 1995، 2000، و2005 يمكن استخلاص التالي:

- يوجد تباين واضح في التوزيع بين السنوات الثلاث، فبينما تسود عام 1995 القيم المنخفضة في معظم آبار الصليبية وخاصة في الشمال والوسط والشمال الغربي تسود القيم المرتفعة عام 2000 لتغطي أكثر من 75% من إجمالي مساحة الحقل وتنحصر القيم المنخفضة في حدودها الدنيا بمالا تزيد عن 5%، والقيم الوسطى إلى نحو 20% من المساحة.

- تتوزع القيم المنخفضة في عام 2005 بشكل أكثر اتساعاً من عام 2000 وخاصة في الوسط والجنوب والتي تصل مابين 1 و 1000 جزء في

المليون، بينما تتركز القيم المرتفعة في الشرق والوسط والشمال الرغبي لتصل مابين 2000 و 3200 جزء في المليون.



شكل (13 ب) شكل (13 أ)
شكل (13 د) شكل (13 ج)

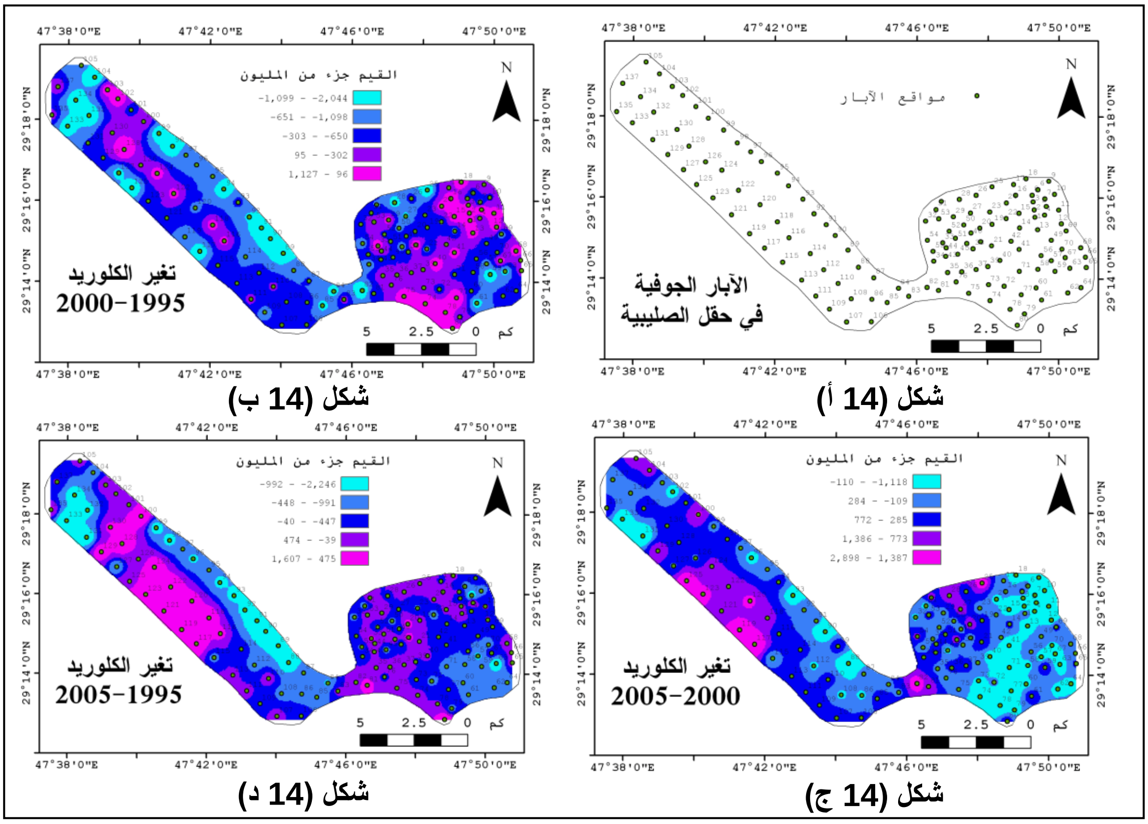
شكل (13): التوزيع المكاني للكلوريد في حقل الصليبية

وبدراسة شكل (14 ب، ج، د) حول التغيرات المكانية للكلوريد بين كل سنتين يمكن استخلاص التالي:

- تتركز قيم التغير الإيجابي بين عامي 1995 و 2000 في الشرق والشمال الغربي بينما تسود في معظم مساحة الحقل قيم التغير السالبة مما يشير إلى انخفاض قيم الكلوريد في عام 2000 عن عام 1995.

- تسود قيم التغير السلبي في معظم مساحة الحقل بين عامي 2000 و 2005 مما يشير إلى إستمرار انخفاض قيم الكلوريد مع وجود نطاق ضيق في الجنوب الغربي للحقل تتركز فيه قيم التغير الموجبة.

-يتركز التغير في القيم السالبة للكلوريد بين عامي 1995و2005 في الشرق والشمال والشمال الغربي، بينما يتركز التغير في ا لقيم الإيجابية في القسم الغربي وبشكل واضح حوا اكثر من عشرة آبار.



شكل (14): نمط التغير المكاني في قيم الكلوريد في الصليبية

6- خصائص التوزيع المكاني للكبريتات:

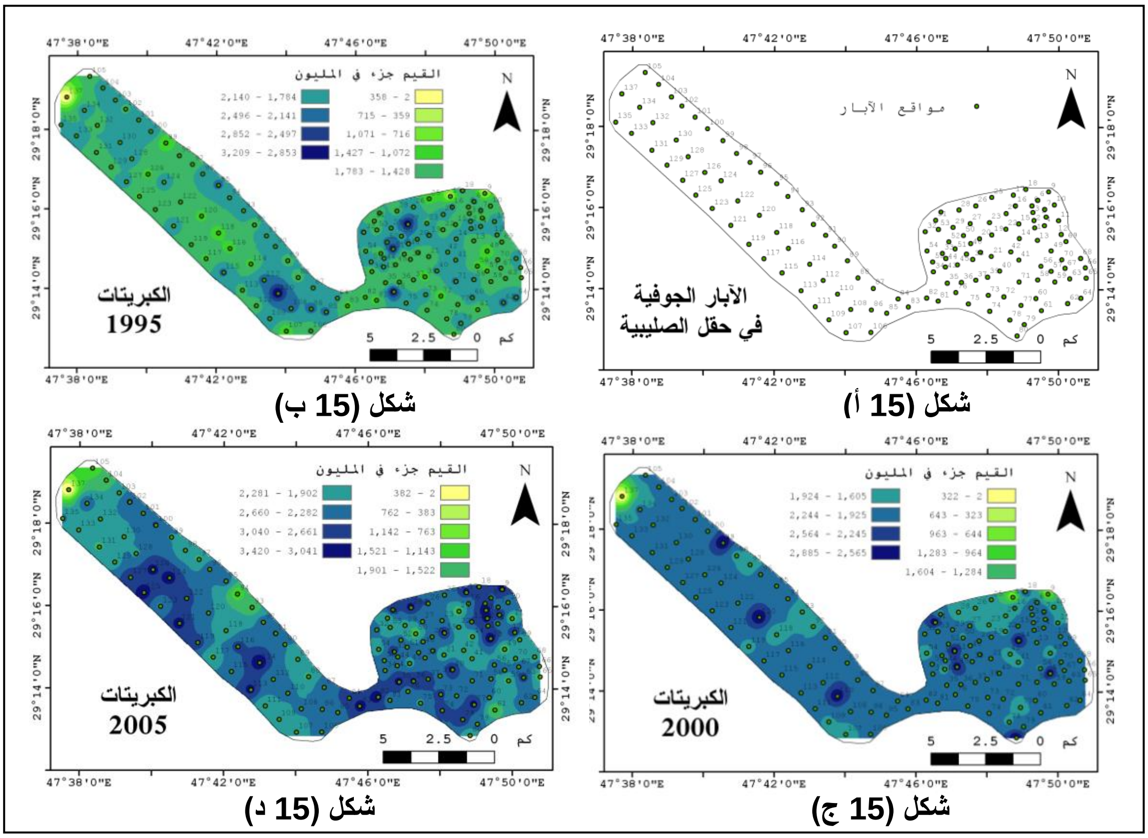
يظهر شكل (15 ب، ج، د) التوزيع المكاني لقيم الكبريتات في السنوات   1995، 2000، 2005 والتي يمكن استخلاص التالي:

-يشير التوزيع المكاني للكبريتات عام 1995 إلى انخفاض واضح في معظم آبار حقل الصليبية والتي تصل إلى أقل من 1000 جزء في المليون وتغطي أكثر من 80% من إجمالي المساحة، وتتوزع نسبة 15% قيم متوسطة مابين 1000 و 2000 جزء في المليون في الشرق والشمال، بينما تقتصر القيم

المرتفعة على مناطق تقل عن 5% من المساحة مابين 2000 و 3200 جزء في المليون في مساحات متفرقة في الوسط والشمال الشرقي.

-يظهر التوزيع المكاني لقيم الكبريتات عام 2000 اختلافاً كبيراً حيث تسود القيم المتوسطة مابين 1000 و 2000 جزء في المليون في أكثر من 80% من مساحة حقل الصليبية، بينما تقتصر القيم المنخفضة في الشمال والشمال الغربي، والقيم المرتفعة في مناطق متفرقة بالوسط والشرق والشمال بنحو 15% من إجمالي مساحة الحقل، مما يشير إلى أن هناك تغير واضح في الزيادة مابين عامي 1995 و 2000.

-يشير الشكل (15د) إلى تركز واضح للقيم المرتفعة في أكثر من 30% من إجمالي مساحة الحقل، وتراجع القيم المنخفضة إلى أقل من 20% في الشمال والشمال الغربي مما يؤكد إستمرار ارتفاع قيم الكبريتات في مياه الآبار الجوفية.

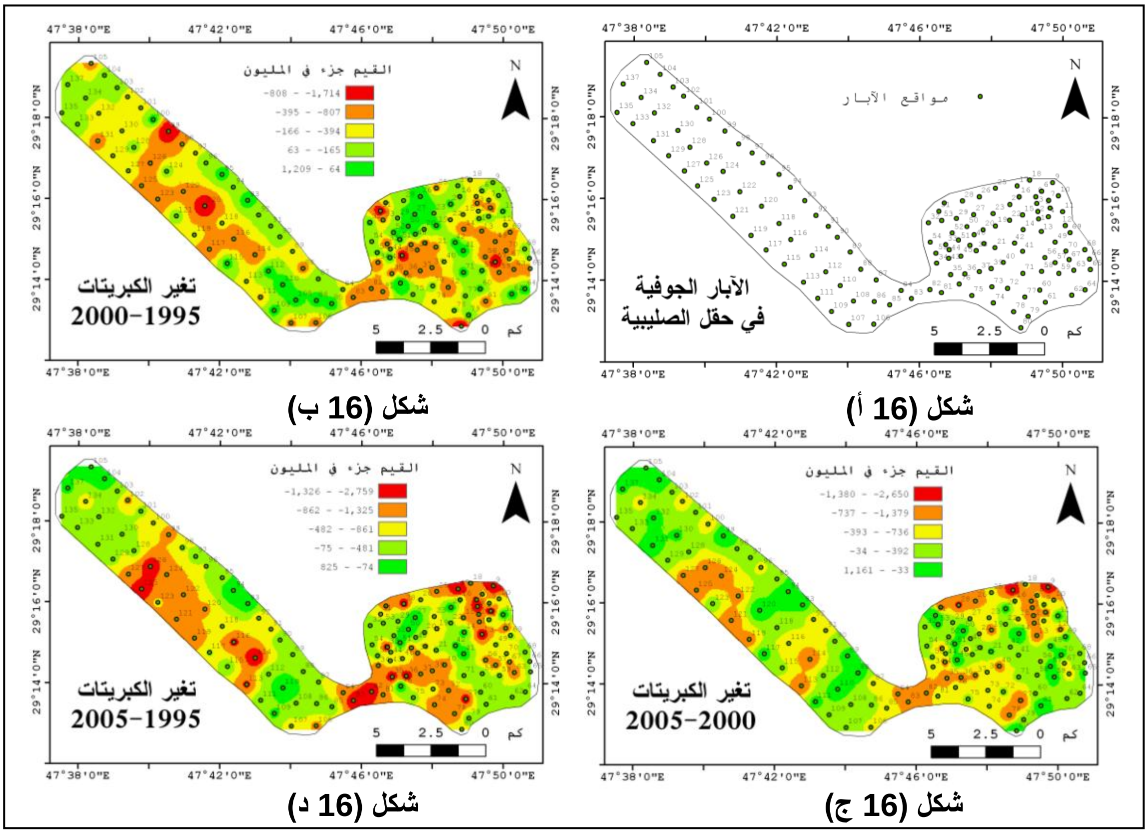


شكل (15 ب) شكل (15 أ)
شكل (15 د) شكل (15 ج)

شكل (15): التوزيع المكاني لقيم الكبريتات في حقل الصليبية

وبدراسة الشكل (16ب، ج، د) حول نمط التغير في التوزيع المكاني للكبريتات في حقل الصليبية يمكن استخلاص التالي:

- يشير شكل (16ب) إلى تركز قيم التغير السلبي في أكثر من 55% من إجمالي آبار الصليبية بين عامي 1995 و 2000 والتي تصل إلى أكثر من 1000 جزء في المليون وهو تغير كبير نحو تراجع في التغير السلبي.
- يؤكد شكل (15ب) ارتفاع واضح في قيم الكبريتات، حيث تسود في معظم آبار الصليبية قيم التغير الإيجابي بين عامي 2000 و 2005 بنسبة تصل إلى 60% من إجمالي الآبار بنحو 1000 جزء في المليون، وتتركز قيم التغير السلبي إلى نحو 2600 جزء في المليون في الشمال الشرقي والوسط والجنوب الغربي بمساحة تصل إلى 20%.
- ويشير شكل (16د) إلى زيادة نطاق التغير السلبي في قيم الكبريتات بين عامي 1995 و 2005 ليغطي نطاقاً أكثر اتساعاً في الشرق والوسط والجنوب الغربي، بينما يتراجع نطاق التغير الإيجابي في أنحاء الحقل ليقتصر على نسبة تصل إلى 25% فقط والتي لا تزيد عن 825 جزء في المليون أي تغير إيجابي محدود.



شكل (16): نمط التغير المكاني في قيم الكبريتات في مياه آبار الصليبية

سادساً: تطبيق قانون دارسي Darcy's Law لقياس تدفق المياه بين الآبار الجوفية

يستخدم قانون دارسي في اختبار إستمرارية تدفق المياه بين آبار المياه الجوفية واستخلاص نمط التدفق، حيث تظهر نتيجة تطبيق القانون نمط التدفق المكاني للمياه الجوفية (Marsily, 1986 and ESRI, 2005).

وفي الدراسة الحالية تم الإعتماد على عدة متغيرات لتطبيق قانون دارسي على النحو التالي:

1 -تدفق المياه الجوفية بين الآبار.

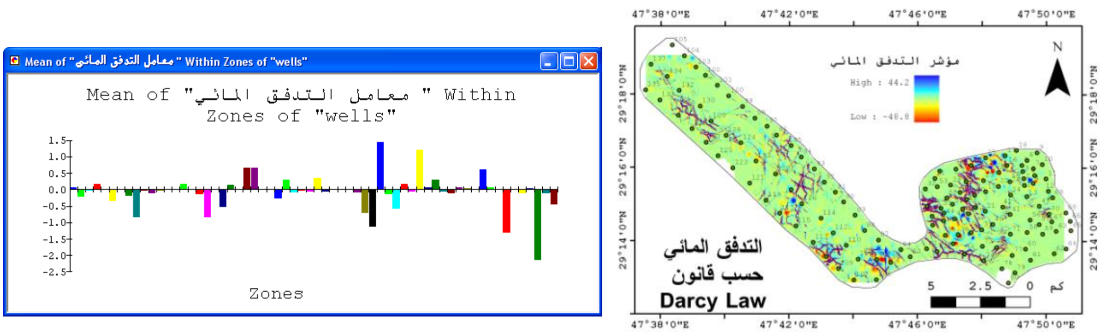
2 -تدفق كل عنصر من عناصر المركبات الكيميائية في مياه آبار الصليبية.

1 التدفق المائي حسب قانون دارسي:

تم الإعتماد على المعايير التالية في تطبيق قانون دارسي لحساب التدفق المائي بين آبار الصليبية: أعماق الآبار، درجات انحدار أعماق الآبار، إتجاهات انحدار الآبار.

ويشير شكل (17أ) أن هناك تدفق متوسط بين معظم الآبار والذي يبدو باللون الإلخضر، بينما تتركز الآبار ذات التدفق العالي في الوسط حول آبار رقم 84 و 87 ، وكذلك في الشمال الشرقي عند آبار 26 و 27، بينما يتركز التدفق المنخفض عند الآبار المجاورة لها تماماً وهى أرقام 86 و108، كما يظهر الشكل خطوط التدفق بين الآبار تتفق تماماً مع اتجاه الإنحدارات لأعماق الآبار سالفة الذكر مما يشير إلى توافق بين انحدار اعماق الآبار وخطوط تدفق المياه بين الآبار مما يسهل مراقبتها.

كما يشير شكل (17ب) إلى أن معامل التدفق المائي السلبي بين الآبار يتوزع بصورة أكثر تركزاً من معامل التدفق الإيجابي، مما يؤكد أن حركة المياه بطيئة بين الآبار.



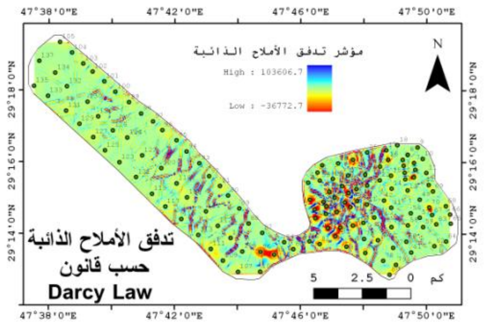
شكل (17 ب) شكل (17 أ)

شكل (17): نتيجة تطبيق قانون دارسي في التدفق المائي في آبار الصليبية

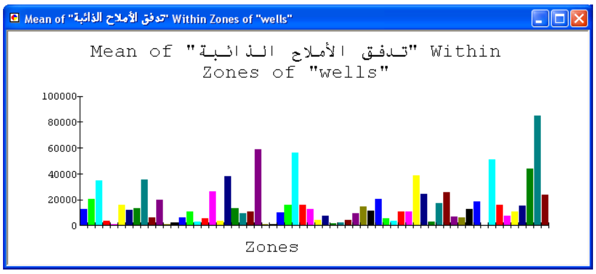
2- تدفق مجموع الأملاح الذائبة حسب قانون دارسي:

تم الإعتماد هنا في حساب تدفق الأملاح الذائبة على أعماق الآبار وكذلك التوزيع المكاني للأملاح الذائبة في السنوات 1995، 2000 و 2005، وعليه نجد أن شكل (18أ) يظهر تدفق منخفض للأملاح الذائبة في آبار وسط الحقل وهى التي اتسمت بالعمق الإكثر، وتتوزع نفس الخصائص حول عدد من الآبار التي تتركز النطاق الشرقي من حقل الصليبية بنسبة لا تقل عن 45% من إجمالي عدد الآبار ، وعلى العكس تماماً تتلاشى الآبار التي تتسم بارتفاع تدفق الأملاح الذائبة باستثناء بئر في الوسط وآخر في الشرق.

ويشير شكل (18ب) إلى متوسط قيم التدفق للأملاح الذائبة حيث يتبين أن هناك تركز في القيم المرتفعة في النطاق الشرقي و الإوسط مما يؤكد نتيجة شكل (18أ)، ويلاحظ أن هناك إختلافاً واضحاً بين توزيع خطوط التدفق للأملاح الذاوئة عن تلك التي توضح التدفق المائي بين الحقول.



شكل (18 أ)



شكل (18 ب)

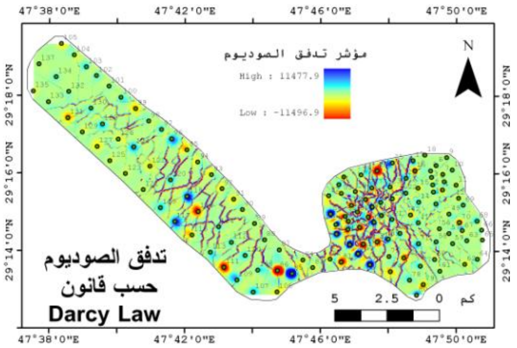
شكل (18) نتيجة تطبيق قانون دارسي في تدفق الأملاح الذائبة

3- تدفق الصوديوم حسب قانون دارسي:

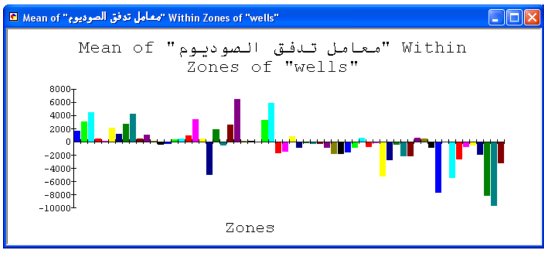
تم الإعتماد في حساب قانون دارسي على أعماق الآبار، والتوزيع المكاني للصوديوم في السنوات 1995، 2000 و 2005، ويظهر شكل (19أ) نتيجة تطبيق قانون دارسي، حيث يلاحظ أن هناك توزيع واضح للآبار التي تتسم بالتدفق المنخفض في الجانب الشرقي وفي مناطق متفرقة في الجانب الغربي لحقل الصليبية، بينما تتركز الآبار ذات التدفق المرتفع في النطاق الإوسط، كما تتركز الآبار ذات التدفق المتوسط

باللون الصفر في آبار متلازمة تماماً مع الآبار ذات التدفق المنخفض في الشرق والغرب.

ويشير شكل (19ب) تركز آبار التدفق المنخفض في النطاق الشرقي من حقل الصليبية، بينما تتركز الآبار ذات التدفق المرتفع في الجانب الوسط.



شكل (19 أ)

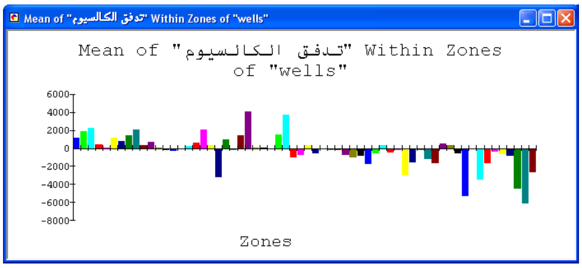


شكل (19 ب)

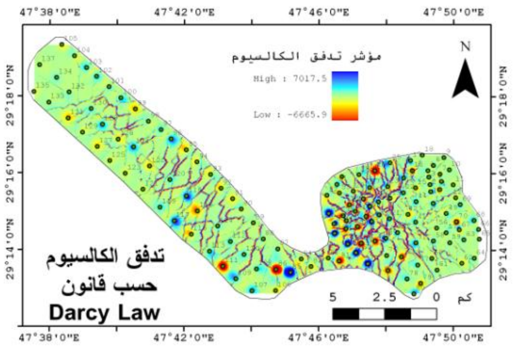
شكل (19): نتيجة تطبيق قانون دارسي تدفق الصوديوم في حقل الصليبية

<u>4- تدفق الكالسيوم حسب قانون دارسي:</u>

يظهر شكل (20أ) توافق بين تدفق الصوديوم في شكل (19أ) وتدفق الكالسيوم من حيث نمط تركز التدفق بنوعية المرتفع والمنخفض وكذلك في نمط امتداد خطوط التدفق بين الآبار مما يعكس تلازم العنصران. كما يعكس شكل (20 ب) نمط توزيع متوسطات التدفق للكالسيوم والتي تتوافق مع مثيلتها في الصوديم حيث تتركز في النطاق الشرقي والغربي تلك الآبار ذات التدفق المنخفض، بينما تتركز في النطاق الوسط ذات التدفق المرتفع.



شكل (20 د)



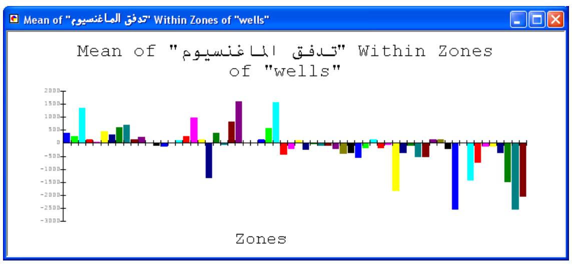
شكل (20ج)

شكل (19): نتيجة تطبيق قانون دارسي في تدفق الكالسيوم

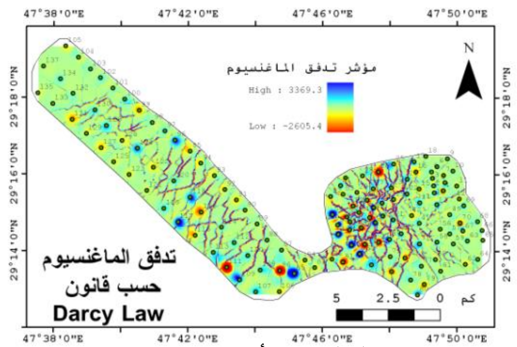
5- تدفق الماغنسيوم حسب قانون دارسي:

يشير شكل (20أ) إلى عدم وجود اختلاف في نمط توزيع التدفق للماغنسيوم عن كل من الصوديوم والكالسيوم من حيث التوزيع المكاني للآبار التي تتسم بانخفاض التدفق والتي تتوزع في الشرق والغرب من حقل الصليبية، وكذلك الآبار التي تتسم بالتوزيع المكاني للآبار ذات التدفق المرتفع في النطاق الإوسط.

ويؤكد شكل (20 ب) النتيجة المستخلصة من نمط التوزيع المكاني لتدفق الماغنسيوم، حيث يظهر تشابه واضح في نمط التركز بين تدفق الكالسيوم والماغنسيوم.



شكل (21 ب)



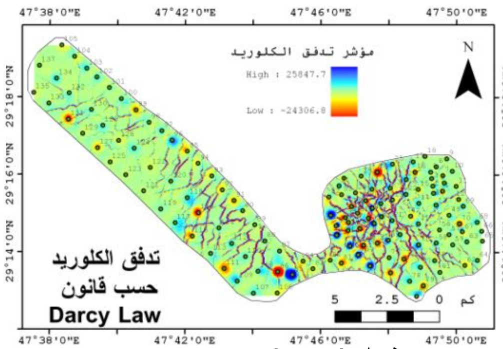
شكل (21 أ)

شكل (21): نتيجة تطبيق قانون دارسي في تدفق الماغنسيوم

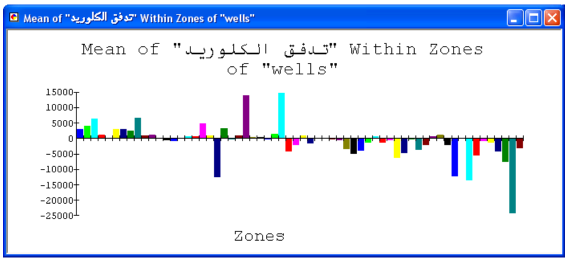
6- تدفق الكلوريد حسب قانون دارسي:

يشير شكل (22 أ) إلى تراجع قليل في تركز الآبار ذات التدفق المنخفض للكلوريد في النطاق الشرق وتركزها في النطاق الغربي بمقارنته بتدفق الكالسيوم والماغنسيوم سالفة الذكر، وكذلك تراجع في الآبار ذات التدفق المرتفع للكلوريد في النطاق الغربي والأوسط. أي أن هناك تبايناً محدوداً بين توزيع الآبار في تدفق الكلوريد والكالسيوم والماغنسيوم.

ويؤكد شكل (22 ب) بانفراد الآبار في النطاق الشرقي بانخفاض الكلوريد وانعدام الآبار ذات التدفق المرتفع في النطاق الشرقي لحقل الصليبية، وتقتصر الآبار التي تتسم بتدفق متوسط في النطاق الشمالي الغربي بصورة أكثر وضوحاً.



شكل (22 ج)



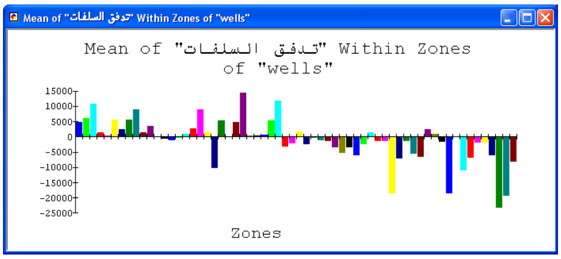
شكل (22 د)

شكل (22): نتيجة تطبيق قانون دارسي في تدفق الكلوريد

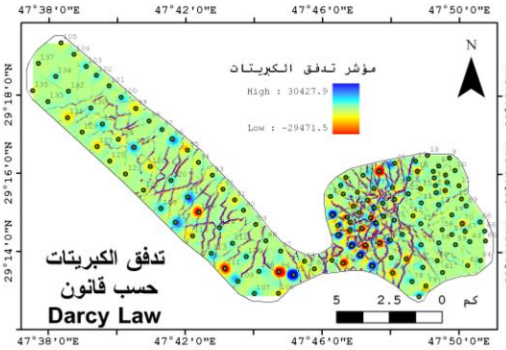
<u>7- تدفق الكبريتات حسب قانون دارسي:</u>

يشير (23أ) إلى توافق مكاني كبير بين نمط توزيع تدفق الكبريتات مع تدفق الكلوريد من حيث آبار التدفق المنخفض والمرتفع، حيث تتركز الآبار ذات التدفق المنخفض في الشرق، بينما تتركز الآبار ذات التدفق المرتفع في الوسط والغرب ، هذا إلى جانب توافق في خطوط التدفق بين الآبار في الكلوريد والكبريتات.

ويؤكد شكل (23 ب) يؤكد على هذه الحقيقة في تلازم مكاني بين نمط توزيع متوسطات التدفق في الكلوريد و الكبريتات بالرغم من وجود بعض اختلافات في القيم.



شكل (23 ب)



شكل (23 أ)

شكل (23): نتيجة تطبيق قانون دارسي في تدفق الكبريتات

سابعاً: خلاصة وتوصيات الدراسة:

تبين من هذه الدراسة أن حقل الصليبية للمياه الجوفية يتسم بالتالي:

- سطح المنطقة مستو تقريباً ويتراوح مابين 25-70 متراً فوق مستوى سطح البحر، ولا توجد مناطق تنخفض عن مستوى سطح البحر، كما أن هناك ميل للسطح بشكل سائد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي والشرق وهو اتجاه انحدار السطح نحو جون الكويت باعتباره مصب التصريف السطحي.

- لا توجد هناك علاقة بين طبوغرافية السطح وبين أعماق الآبار حيث أن المناطق الأقل انخفاضا في الوسط تتسم بزيادة أعماق الآبار. كما لا توجد علاقة مكانية بين انحدار السطح وبين انحدار أعماق الآبار حيث يختلف الوسط عن الشرق، ولقد لوحظ انحدار أعماق الآبار في النطاق الشرقي والوسط نحو الجنوب بعكس تلك الآبار الشرقية التي يتخذ انحدار السطح فيها اتجاه الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي.

- هناك توافق بين نمط التوزيع المكاني للخصائص الكيميائية لمياه الآبار بالنسبة للكالسيوم والماغنسيوم، من ناحية وبين الكلوريد والكبريتات من ناحية أخرى، كما يوجد عدم توافق بين توزيع الأملاح الذائبة وبقية العناصر.

-أثبتت طريقة تطبيق تقنية نظم المعلومات الجغرافية ومنهج التحليل المكاني الآلي جدواها في دراسة الخصائص المكانية للسطح، والخصائص الهيدرولوجية والكيمائية بمقارنتها بالطرق التقليدية التي قد تحتاج إلى مزيد من الوقت وقد تصل إلى نتائج أقل من حيث الجودة والمرونة، كما حقق تطبيق قانون دارسي نتيجة بيانية واضحة في قياس درجة التدفق الهيدروجيولوجي وتدفق الخصائص الكيميائية لمياه الآبار.

وتوصي الدراسة بالتالي:

-تعميم منهج الدراسة على جميع حقول المياه الجوفية في دولة الكويت بهدف الوقوف عند ملامح التشابه والإختلاف بينها وبين حقل الصليبية ومن ثم استخلاص الاسباب وراء التشابه أو الإختلاف.

-توسيع أسلوب التطبيق ليشمل جميع الخصائص الكيميائية للآبار الجوفية للوقوف عند ملامح التباين فيما بينها، وتحديد العناصر التي تتشابه أو تختلف من حيث نمط التوزيع المكاني.

-الإستفادة من تقنية التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية في مجال مراقبة احتمالات تعرض الآبار لعوامل التلوث تمهيداً لوضع استراتيجية لحمايتها، وكذلك استخلاص نمط استنزاف أو استهلاك المياه الجوفية تمهيداً لوضع استراتيجية للتنمية المائية المستدامة.

ثامناً: المراجـــــــع:

جواد السليمي و عدنان أكبر (1999): المياه الجوفية في دولة الكويت، سلسلة الكتب المتخصصة، مؤسة الكويت للتقدم العلمي، إدارة التأليف والنشر، الطبعة الاولى، الكويت، 273 صفحة.

حسن أبو العينين (1998): المياه الجوفية وخزاناتها الصخرية في دولة الكويت وسبل تنميتها اقتصادياً، ندوة الجغرافيا والتخطيط البيئي، قسم الجغرافيا جامعة الكويت، ص. 129-184.

محمد الخزامي عزيز (2001): الخصائص الهيدروجرافية لأحواض أودية محمية الوعول في حوطة بني تميم – المملكة العربية السعودية – دراسة كارتوجرافية تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية و الإستشعار عن بعد، في: مجلة الإداب والعلوم إلانسانية، كلية إلاداب، جامعة المنيا، مصر، سلسلة إلاص دارات الخاصة، العدد 40، أبريل 2001، ص. 1–120.

Al-Ruwaih, F. (1996a): Hydrogeochemical variation of carbonate aquifer Al-Sulaibiya, Kuwait, in: Water, Air, and Soil Pollution, 1996, 90, pp. 489-505.

Al-Ruwaih, F. (1996b): Hydrogeology and ground water modeling of carbonate aquifer of Al-Sulaibiya, Kuwait, in: Kuwait Journal of Science and Engineering, Kuwait University, 1996, 23, pp. 89-103.

Al- Ruwaih, F., Sayed, S. & Al-Rashed, M. (1998): Geological controls on water quality in arid Kuwait, Journal of Arid Environment, 1998, 38, pp. 187-204.

Al-Sulaimi, J. and Al-Ruwaih, F. (2004): Geological, structural and geochemical aspects of the main aquifer systems in Kuwait, in: Kuwait Journal of Science and Engineering, Kuwait University, 2004, 31, no. 1, pp. 149-174.

ERSRI, (2005): Arc/GIS 9.1, Arc/Toolbox, Spatial Analysis, ESRI's Digital Books, Redlands, CA, USA.

Longley, P. and Batty, M. (eds.) (1996): Spatial Analysis: Modeling in a GIS Environment, John Wiley & Sons, Chichester, England, 392 pages.

Longley, P. and Batty, M. (eds.) (2003) Advanced Spatial Analysis, The CASA book of GIS, in: ESRI Prints, ESRI press, Redlands, CA, 463 pages.

Maidment, D. and Djokic, D. (2000): Hydrologic and Hydraulic : Modeling Support with geographic Information Systems, in: ESRI Prints, ESRI press, Redlands, CA, 215 pages.

Marsily, G. De (1986): Quantitative Hydrogeology, Academic Press, 320 pages.

Mukhopadhyay, A., Al-Sulaimi, J. & Barrat, J. (1994): Numerical Modeling of Ground-Water Resource Management Options in Kuwait, in: Ground Water Journal, 1994, 32, no. 6, pp. 917-927.

Stillwell, J. and Clarke, G. (eds.) (2004): Applied GIS and Spatial Analysis, John Wiley & Sons, Chichester, England, 406 pages.

Tauxe, J.D. (1994): Porous Medium Advection-Dispersion Modeling in a Geographic Information System, PhD, Diss, University of Texas, Austin, 230 pages.

الفصل الرابع

تطبيق تقنية الاستشعار عن بعد في رصد ديناميكية ظاهرة تملح التربة في مزارع الوفرة بالكويت[1]

ملخص:

تمثل ظاهرة تملح التربة في المناطق الزراعية أحد أهم المشكلات البيئية التي تهدد خطط التنمية الزرعية. وتكمن هناك أسباب عديدة وراء ظاهرة تملح تربة الأراضي الزراعية منها: سوء أساليب الري وخاصة الري بالغمر، وإرتفاع منسوب المياه الجوفي في الأراضي الزراعية بسبب سوء التصريف الزراعي، وإرتفاع درجات الحرارة وندرة سقوط الأمطار، والاعتماد على المياه المالحة في الري وغيرها.

وتعتبر تقنية الاستشعار عن بعد من أهم ال طرق البحثية الحديثة التي تستخدم في مجال دراسة حالات التربة، ومنها تلمح التربة Soil Salinity، حيث يتم الاعتماد على عدد من مؤشرات قياس التربة Soil Indices لرصد المناطق الزراعية التي توجد فيها ظاهرة التملح، هذا الى جانب إمكانية تتبع الظاهرة لفترات زمنية متتالية بهدف ترصد مراحل تطورها أو تحديد المتغيرات المكانية التي تطرأ عليها، ومن ثم استخلاص ديناميكية الظاهرة على أساس البعدين المكاني والزماني.

وفي الدراسة الحالية تم اختيار مزارع الوفرة كمنطقة دراسة بسبب أهميتها المتميزة في مجال برامج التنمية الزراعية في دولة الكويت، وإعتمدت على تطبيق أحد أهم أساليب دراسة المناطق الزرعية المتملحة Salinity Affected Soil، وهو مؤشر المركبات المعدنية Mineral Composite Index (5/7, 5/4, 3/1).

وقد تم تطبيق المؤشر على مرئيات لاندسات للسنوات 1989، 1996، 1998، 2001، 2003 بهدف رصد تطور الظاهرة من حيث البعدين المكاني والزماني، ومن ثم نمذجة إتجاهات ونطاقات الظاهرة وتحديد مدى تهديدها للتربة في مزارع الوفرة.

مصطلحات علمية Key Words:

[1] البحث من انتاج: أ.د. محمد الخزامي عزيز، و د. جاسم العلي، ومنشور باللغة الانجليزية بمجلة الجمعية الجغرافية المصرية : Bulletin of Egyptian Geographical Society, Vol. 79, 2006, pp. 61-76

الاستشعار عن بعد، حماية البيئة الزراعية، تملح التربة، مؤشر المركبات المعدنية، التحليل المكاني الزمني، مزارع الوفرة، دولة الكويت.

مقدمة:

لايخلفى على أحد أن المنطقة الخليجية تعاني من نقصٍ متنامي للمساحات الزراعية لعدة أسباب منها تراجع الموارد المائية وبالتالي انتشار ظاهرة التصحر، الا أن هناك أس باب عديدة أخرى وراء انتشار التصحر في المناطق الزراعية وسط الصحراء ، ومن أهمها انتشار ظاهرة تملح التربة بشكل تدريجي يهدد المساحات الزراعية المحدودة في المنطقة.

و لم تختلف ظروف تملح التربة في دولة الكويت عن مثيلتها في المنطقة الخليجية وذلك بسبب تشابه العديد من العوامل المحلية المسببة للتملح ومن أهم هذه العوامل هى ندرة الموارد المائية، وارتفاع نسبة الأملاح في المياه المستخدمة في الري وبخاصة الجوفية منها القريبة من ساحل الخليج العربي، وارتفاع نسبة البخر المائي لمياه الري بسبب ارتفاع درجة الحرارة، هذا الى جانب أسلوب الري الخاطىء وخاصة الري بالغمر الذي يعتبر غير مناسب للمناطق الجافة وشبه الجافة كما هو الحال بالكويت.

ومزارع الوفرة بالكويت تعتمد على المياه الجوفية بشكل أساسي مما يؤكد دور العوامل المذكورة الى وضع أساليب ضبط استمرار تأثير عوامل تملح التربة، وهذا النوع من الدراسات ليست من اختصاص الباحث . ويكمن دور الباحث في تطبيق تقنية الاستشعار عن بعد في دراسة ظاهرة التملح من حيث توزيعها المكاني والمساحي في سنوات متتالية ومن ثم نمذجة التوزيع المكاني على أساس البعد الزمني لاستخلاص ترصد ديناميكية الظاهرة.

ولامكانية مواجهة ظاهرة تملح التربة في المناطق الزراعية بالأقاليم الجافة وشبه الجافة يلزم اجراء دراسات مكانية تعتمد على تحديد مكاني لانتشارها، ومن ثم دراسة العوامل المكانية الأخرى مثل مدى توفر الموارد المائية، وخصائص التربة، وطبيعة الزراعات، وأسلوب الزراعة، وأسلوب الري، واتجاه امتداد الكثبان الرملية، وغيرها.

وتعتبر تقنية تحليل المرئيات الفضائي ة من التقنيات المعاصرة التي يمكن الاعتماد عليها في رسم خرائط توضح انتشار ظاهرة تملح التربة في المناطق الزراعية على أساس البعد الزمني

ومن ثم نمذجة العومل المكانية المختلفة وتوضيح العلاقة فيما بينها واتجا ه وسرعة انتشار ظاهرة تملح التربة.

وتعاني المناطق الزراعية في دولة الكويت من نقصٍ واضحٍ في الدراسات الأكاديمية المتعلقة بظاهرة تملح التربة في الأراضي الزراعية، وخاصة تلك التي تعتمد على التقنيات الحديثة، وتمثل مزارع الوفرة التي تقع في جنوب البلاد أهمية اقتصادية خاصة للكويت بسبب احتوائها على أكثر 48% من اجمالي مساحة الأراضي الزراعية في دولة الكويت.

وتركز الدراسة الحالية على استخدام تقنية تحليل المرئيات الفضائية لمرئيات القمر الأمريكي لاندسات الخامس للسنوات 1989، 1996، 1998، 2001، بالاضافة الى مرئية من لانسات السابع لعام 2003 في رسم خرائط لانتشار ظاهرة تملح التربة في مزارع الوفرة مع نمذجة العوامل المكانية والتنبؤ باتجاه وسرعة انتشار الظاهرة، ووضع حلول لمواجهتا.

الدراسات السابقة:

تعود الدراسات المتعلقة بالتربة في الكويت الى أواخر الستينات ضمن مشاريع المسح الشامل للتربة باشراف المنظمة العالمية للزراعة (الفاو) مرها دراسة إيرجون (Ergun, H. 1969)، التي تخصصت في تصنيف التربة الكويتية بشكل عام دون التركيز على مزارع بعينها، وعليه لم تحظ مزارع الوفرة باهتمام واضح.

أما الدراسات الجغرافية المتعلقة بمزارع الوفرة فقد إقتصرت في الغالب على التنمية الزراعية من المنظور الجغرافي، فدراسة رشيد الفيل (1983)حول التنمية الزراعية بالكويت تعرضت لجميع المناطق الزراعية في الكويت ومن بينها مزارع الوفرة، حيث ركزت على الضوابط الجغرافية للتنمية الزراعية في الكويت، وتحديد أسس ومجالات التنمية الزراعية، وتوضيح البعد المستقبلي للزراعات في دولة الكويت ، حيث حظيت مزارع الوفرة بنصيب كبير من وضع خطط زراعية مستقبلية لتنميتها من أهمها تنظيم الملكيات واتباع أساليب حديثة للزراعة والري. ودراسة صبحي المطوع (1987) خصصت للتنمية الزراعية في مزارع الوفرة في عام 1984–1985، حيث عرضت الضوابط البيئية لمنطقة مزارع الوفر ة كالخصائص المناخية، والتربة، والسكان . ثم عرضت تقويماً جغرافياً للوضع الزراعي في الوفرة وقتئذٍ، مثل تصنيف للملكيات الزراعية، ونظم الزراعة المتبعة، ومصادر المياه،

وطرق التسميد، والأساليب الزراعية، هذا الى جانب توضيح لدور الدولة في دعم الانتاج الزراعي بالوفرة مع وضع مقترحات حول دور التخطيط في التنمية الزراعية في الوفرة.

ودراسة رشيد الفيل وصبحي المطوع (1983) حول التخطيط الزراعي لمنطقة الوفرة ركزت على الخصائص الجغرافية لمنطقة مزارع الوفرة، كالموقع، والامتداد، والمساحة، والظروف المناخية، والتربة. الى جانب تقويم للوضع الاقتصادي لمزارع الوفرة، مع توضيح دور التخطيط لمستقبل المنطقة الزراعي ة من منطلق الدراسة الميدانية التي أجراها الباحثان وقتئذٍ.

أما الدراسات المتعلقة بالتقنيات الحديثة في مجال دراسة المناطق الزراعية في الكويت تقتصر على دراسة محمد الخزامي عزيز (2001) حيث طبق فيها مؤشر دليل النبات للتمييز بين النبات والتربة في خسمة مناطق مختلفة داخل دولة الكويت منها منطقة زراعية في الصليبية ومنطقة الوفرة وذلك بهدف توضيح مدى وجود أثراً للاختلاف المكاني على القدرة على التمييز بين النبات والتربة باستخدام مؤشر دليل النبات.

ودراسة شابر وآخرون (Shabbir A. et al, 2004) حول دراسة مسحية للتربة الزراعية بمنطقة مختارة بمساحة 50 هيكتار في شمال دولة الكويت بهدف وضع نموذج في مجال التخطيط الزراعي على أسس معايير قسم الزراعة في الولايات المتحدة الأمريكية، وقد توصلت الدراسة الى تصنيف أنماط للتربة أساسية وستة أنماط أخرى فرعية مع التأكيد على صلاحيتها لاقامة مشاريع زراعية فيها بناءً على قابليتها لطرق الري والتنمية الزراعية، الا أن الدراسة لم تتعرض الى ظاهرة التملح للتربة باعتبارها لم تزرع بعد.

وعالمياً توجد العديد من الدراسات التي اعتمدت على تقنية الاستشعار عن بعد في دراسة تملح التربة الزراعية منها دراسة برسلر وآخرون (Bresler, E. et al, 1982) التي وضعت أسساً للنمذجة الديناميكية لظاهرة تملح التربة والتي تمثل مرجعية هامة للدراسة الحالية، ودراسة موريو (Moreau, 1989) حول التعرف على درجة تملح التربة في بوليفيا، ودراسة عبد الحميد وشرسثا (Abdel-Hamid and Shrestha, 1992) حول رسم خرائط لمناطق تملح التربة في دلتا نهر النيل بمصر بالاعتماد على تقنية الاستشعار عن بعد، ودراسة شسلاج وآخرون (Csillag et al, 1993) حول اختيار النطاق الطيفي لتحديد خصائص

تملح التربة، ودراسة كرافانوفا وأورلوف (Karavanova and Orlov, 1995) حول امكانيات استخدام الاستشعار عن بعد في دراسة تملح التربة بالأقاليم الجافة، ودراسة مايرز وآخرون (Myers, V.I.,et al, 1996) حول تطبيق الاستشعار عن بعد في تقدير مساحات تملح التربة، ودراسة موريو (Moreau, 1996) حول تطبيق الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رسم خرائط تملح التربة ومعدلات خطورة التملح في بوليفيا، ودراسة هواري وآخرون (Howari et al, 2002) حول مواصفات الانعكاسات الطيفية لتحديد الطبقة الملحية التي تكونت في التربة التي تعرضت لظاهرة التملح.

وتركز الدراسة الحالية على تطبيق مؤشر تملح التربة الذي يعتمد على مؤشر المركبات المعدنية على سلسلة من المرئيات الفضائية التي تغطي مزارع الوفرة واستخلاص التوزيع المكاني لانتشار الظاهرة في السنوات المختلفة ومن ثم نمذجة ديناميكية الظاهرة.

منطقة الدراسة:

تقع دولة الكويت في الركن الشمال الغربي للخليج العربي بين دائرتي عرض 30َ 28ْ و 50َ 30ْ شمالاً، وخطي طول 30َ 46ْ و 30َ 48ْ شرقاً، وبذلك تعتبر في نطاق الاقليم المداري الجاف، وتتوزع المزارع في الكويت في أربعة مناطق رئيسية هى: منطقة العبدلي في الشمال، ومنطقة الجهراء غرب النطاق الحضري، ومنطقة الصليبية جنوب غرب النطاق الحضري، ومنطقة الوفرة الى الجنوب على الحدود مع المملكة العربية السعودية (شكل 1).



شكل (1): الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

وتعتبر منطقة الدراسة الح الية هى منطقة الوفرة التي تتبع إ دارياً محافظة الأحمدي، ويحدها من الشمال منطقة الصباحية، ومن الشرق منطقة الخيران وميناء الزور، ومن الجنوب المملكة العربية السعودية. وتصل مساحتها الى 5382.5 دنم بنسبة 48% من اجمالي المناطق الزراعية بالكويت، وتبعد بمسافة 85 كم عن مدينة الكويت.

وتربة منطقة الوفرة الزراعية عبارة عن تربة رملية يختلط بها بعض الطين الذي يتراوح نسبته بين 20% - 40%، ويقع أسفلها تكوينات الجاتش Gatch[2] على أعماق متباينة كالتالي[3]:

- طبقة الكاتش على عمق 100سم، وهو عمق مناسب تصلح معه التربة للزراعة اذا ماتوفرت لها مياه الري المناسبة.

---

[2]) تكوينات الجاتش هى طبقة من التكوينات الكلسية الطينية المتصلبة غير المنفذه للمياه .

[3]) صبحي عبد اله المطوع، 1987، التنمية الزراعية في منطقة الوفرة، ص 13.

- طبقة الكاتش على عمق يتراوح بين 50-100سم وتكون التربة صالح ة نسبياً للزراعة وتحتاج الى معاملة خاصة لتفادي المشكلات الناجمة عن اقتراب طبقة الكاتش بما يساعد على نشاط الخاصية الشعرية.
- طبقة الكاتش على عمق أقل من 50سم، وهو عمق يفقد التربة صلاحيتها للزراعة في ظل وسائل الري التقليدية، حيث سرعان ماتصاب بالتملح الشديد، وال ذي يوصلها الى درجة العقم الانتاجي، ومع هذا يمكن أن تستغل في ظل أنماط الري المتطورة مثل الري بالتنقيط والري بالرش، وهى وسائل مقتصدة ومقننة لمياه الري وتقلل من تملح للتربة.

ومن ناحية أخرى يمكن اعتبار تربة مزارع الوفرة تربة قلوية بسبب ارتفاع الأس الهيدروجيني PH فيها والذي يبلغ في المتوسط 8.2 [4]، بالرغم من ذلك فهى تربة غنية بالأملاح المعدنية تعطيها القدرة على اعالة الانتاج الزراعي اذا ماتوفرت لها المياه.

المنهج البحثي للدراسة:

تعتمد الدراسة على المنهج التحليلي الذي يعتمد على تحليل المرئيات الفضائية بالاعتماد على أسلوب المركب اللوني للنطاقات و مؤشر المركبات المعدنية ، وهى من أهم الأساليب الحديثة التي يمكن توظيفها في دراسة المناطق الزراعية لدراسة ظاهرة التملح من حيث مناطق انتشارها بهدف ترسيم المناطق التي تعرضت للتملح في السنوات المختلفة 1989، 1996،1998 2001، 2003.

هذا الى جانب المنهج التحليل المكاني الزمني Spatio-Temporal Analysis لسلسة من المرئيات الفضائية تعتمد على البعد المكاني والزمني بهدف نمذجة معدل خطورة تملح التربة ومن ثم التنبؤ بخطر مشكلة التملح في المستقبل واستخلاص معدل الانتشار المكاني للتملح.

الأسلوب المنهجي للدراسة:

تأخذ الدراسة أسلوبين من أساليب البحث العلمي هما:

1) دراسة ميدانية لأقليم الدراسة، بهدف تحديث الخرائط، وجمع المعلومات الجغرافية من منظور الدراسات الجغرافية الاستطلاعية.

---

[4]) صبحي عبد الله المطوع، مرجع سابق، ص 15.

2) دراسة مكتبية تشمل الاطلاع على الدراسات السابقة، والخرائط، والصور الجوية، والمرئيات الفضائية، وتقنية تحليل المرئيات الفضائية بتطبيق مؤشر المركبات المعدنية بالاعتماد على برنامج ارداس ERDAS 8.7 ومن ثم نمذجة نتائج تحليل المرئيات الفضائية على أساس البعد الزمني والمكاني في برنامج النمذجة المكانية Model Builder .

مصادر المعلومات والبيانات للدراسة:

تعتمد الدراسة على المصادر المعلوماتية التالية:

- مصادر علمية من الدراسات والأبحاث المحلية والاقليمية والعالمية المتعلقة بموضوع الدراسة، سواء المنشورة في المجلات العلمية أو على شبكة الانترنت.
- مصادر حكومية من الهيئة العامة لشؤون الزراعة والثروة السمكية بالكويت، باعتبارها الجهة الوحيدة التي تشرف على القطاع الزراعي في الكويت ومن بينها مزارع الوفرة، وتتمثل المعلومات الحكومية في الخرائط ، والخطط الزراعية، وأساليب التسميد، والارشاد الزراعي، والموارد المائية، وغيرها من البيانات المتعلقة بموضوع الدراسة.
- ادراة التنظيم ببلدية الكويت وخاصة الحصول على خريطة القسائم الزراعية بمقياس رسم 1: 1000 لعام 1997.
- مصادر حقلية، حيث تتمثل في زيارات متكررة الى منطقة مزارع الوفرة، لمطابقة الخرائط وتحديثها، والتأكد من مصادر المياه، وطرق الري، و أساليب الزراعة، ورفع المساحات التي تعرضت للتملح.
- مصادر فضائية تتمثل من دعم مباشر من سمو الأمير الدكتور تركي آل سعود، المشرف على معهد بحوث الفضاء في الرياض، وذلك ب سلسلة من مرئيات القمر الصناعي الأمريكي لاندسات الخامس للسنوات 1989، 1996، 1998 ، 2001، الى جانب مرئية القمر الصناعي الأمريكي لاندسات السابع لعام 2003. وذلك لاجراء تطبيق مؤشر تملح التربة.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الى تغطية الجوانب البحثية التالية:

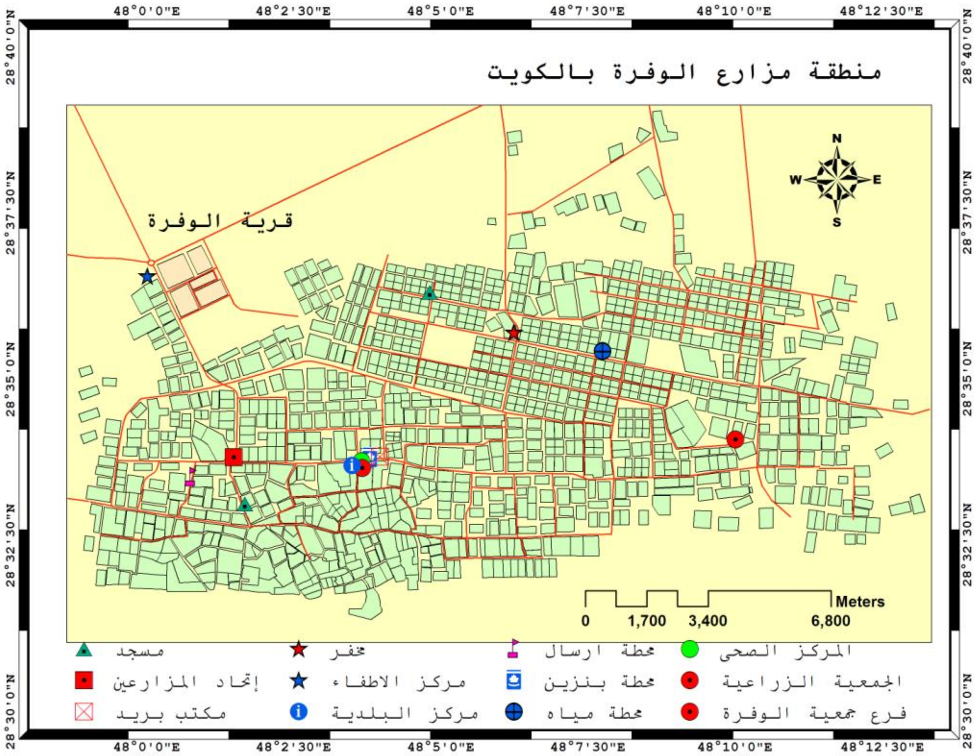
- التوزيع المكاني للمناطق المتأثرة بظاهرة تملح التربة في السنوات المذكورة.
- قياس التدهور بالأراضي نتيجة لظاهرة التملح، وتحديد درجة التأثر بالأملاح.
- تقدير ديناميكية ظاهرة التملح طبقاً للبعد الزمني Temporal Analysis
- تحديد المناطق المهددة من ظاهرة التملح.
- نتائج وتوصيات

النتائج والمناقشة

أولاً: الملامح الجغرافية لمنطقة الدراسة:

تقع منطقة الوفرة الزراعية عند أقصى الجنوب من دولة الكويت مت اخمة للحدود الجنوبية مع المملكة العربية السعودية، ويصل عدد القسائم الزراعية الى 1168 قسيمة (شكل 2).

وتتميز منطقة الوفرة الزراعية بتوفر العديد من الخدمات الحضرية مثل منطقة مساكن للعمال الزراعيين في مجمع سكني في الشمال الغربي للمنطقة، الى جانب خدمات أخرى ترتشر في أنحاء النطاق الزراعي منها منطقة جمعية الوفرة التي تقع بالقرب من منتصف النطاق الزراعي وتضم سوق جمعية الوفرة، ومسجد، ومركز صحي، ومخفر، ومكتب بريد، ومحطة بنزين، ومركز إطفاء، ومحطة ارسال وغيرها، كما تنتشر مراكز خدمية أخرى في شمال شرق وجنوب غرب النطاق الزراعي للمنطقة.



شكل (2): خريطة القسائم الزراعية في منطقة الوفرة والخدمات المتوفرة بها

لاتختلف منطقة الوفرة الزراعية من حيث الخصائص الجغرافية الطبوغرافية والمناخية عن بقية دولة الكويت، حيث تعتبر منطقة مستوية تسودها تربة قابلة للزراعية الا أنها تتميز بوجو د مياه جوفية ساعدت في بادىء الأمر على تنميتها بالرغم من تعرضها الى النضوب، كما ان الظروف المناخية السائدة تتسم بالجفاف وقلة التساقط وارتفاع درجة الحرارة تشكل عوائق جغرافية طبيعية تحد من اتساع الرقعة الزراعية بالمنطقة.

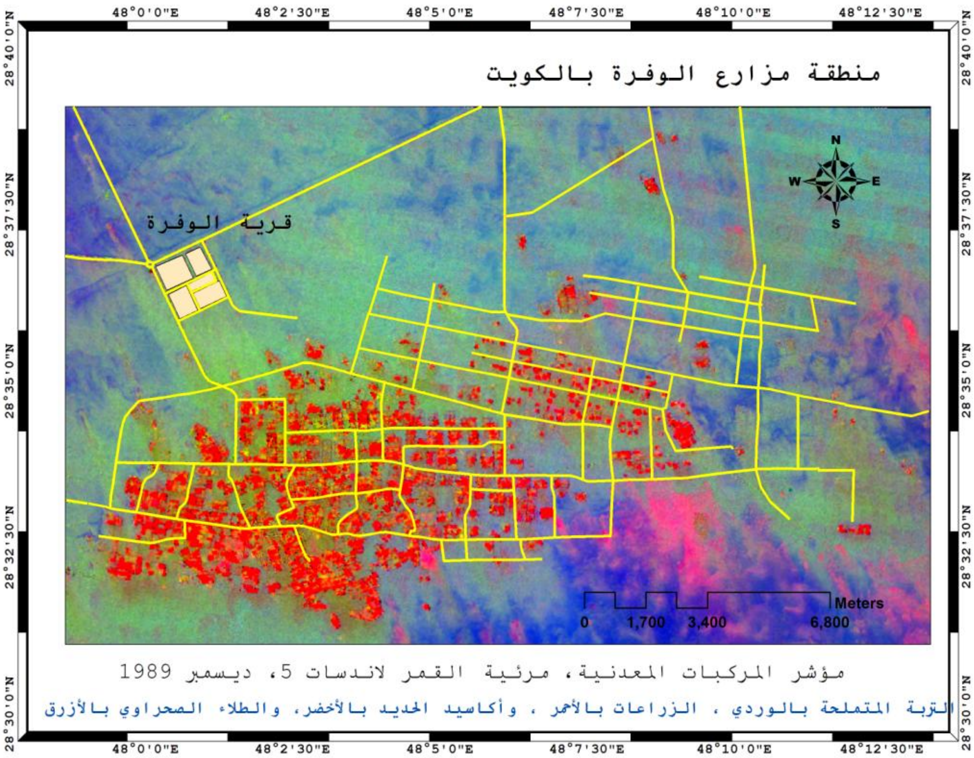
ثانياً: تفسير التوزيع المكاني للمناطق المتأثرة بظاهرة تملح التربة:

اذا كان تملح التربة هو تركز الأملاح على سطح التربة، فانه يجدر الاشارة الى أنواع المعادن التي غالباً يظهر تركزها في المناطق الزراعية التي تتعرض مساحات منها الى تركز الأملاح. ومن أهم الأملاح هى كلوريد الصوديوم، وسلفات الصوديوم، وسلفات

الصوديوم، والماغنسيوم والكالسيوم . لذلك يطلق على التربة المتملحة باسم التربة الصودوية، أي تركز أملاح الصوديوم المذكورة الى جانب الماغنسيوم والكالسيوم.

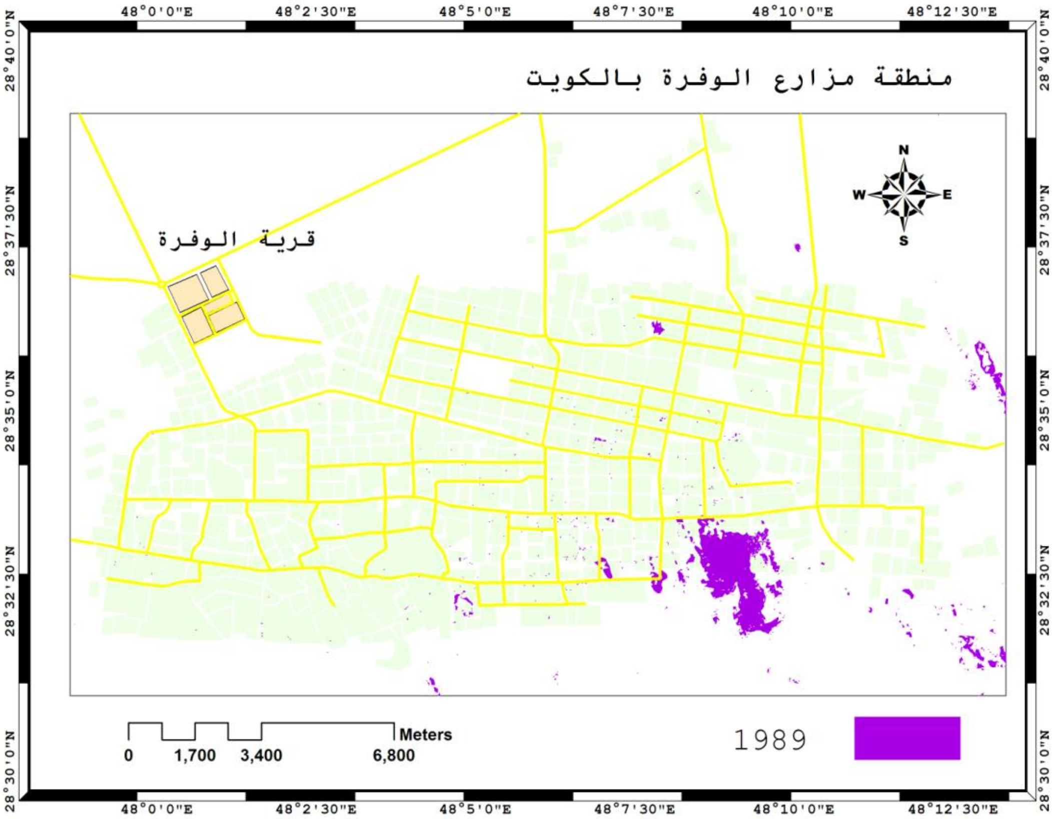
وبالاعتماد على مؤشر المركبات المعدنية Mineral Composite: 5/7, 5/4, 3/1 على المرئيات المتتالية التي تعتمد عليها الدراسة يمكن استخلاص التالي:

1) يمكن التمييز بين أربعة ألوان مختلفة تشير الى أنواع غطاءات التربة، فاللون الوردي يوضح المناطق المتملحة، واللون الأحمر يوضح المناطق غير المتملحة التي تغطيها الزراعات المختلفة، واللون الأخضر بدرجاته يوضح إنتشار أكاسيد الحديد، أما اللون الأزرق فيوضح الطلاء الصحراوي . ويعرف الطلاء الصحراوي بأنه عبارة عن غشاء رقيق يكسو السطح الخارجي لبعض الصخور في المناطق الصحراوية، التي تتعرض للكثير من الأمطار أو التكسير أو التعرية الهوائية. ويتركب هذا الغشاء من معادن الصلصال مختلفة بأكاسيد الحديد والمنجنيز.



شكل (3): نتيجة تطبيق مؤشر المركبات المعدنية على مرئية عام 1989

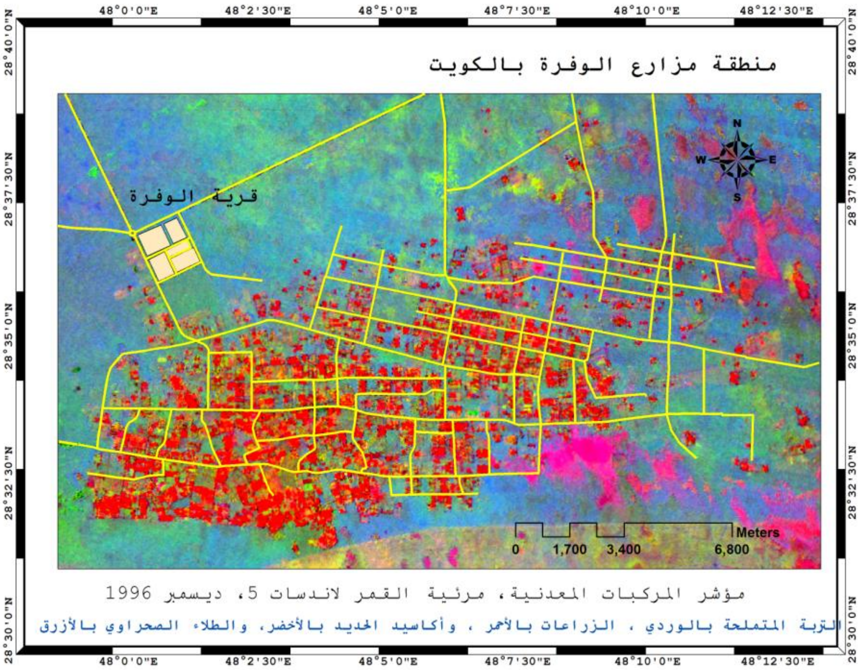
2) نلاحظ من شكل (3) أن التربة المتملحة تتركز في النطاق الجنوبي الشرقي الى جانب بعض المناطق المنتشرة بشكل عشوائي داخل القسائم الزراعية، والتي يظهرها بشكل أفضل في شكل (4)، حيث تصل مجموع الأراضي المتملحة حسب مرئية عام 1989 الى 434700 مترمربع بنسبة 0.12% من إجمالي مساحة المنطقة التي تغطيها المرئية . فإذا كانت هذه النسبة تبدو منخفضة إلا أنها تشير الى وجود الظاهرة بمساحات زراعية ليست بالقليلة.



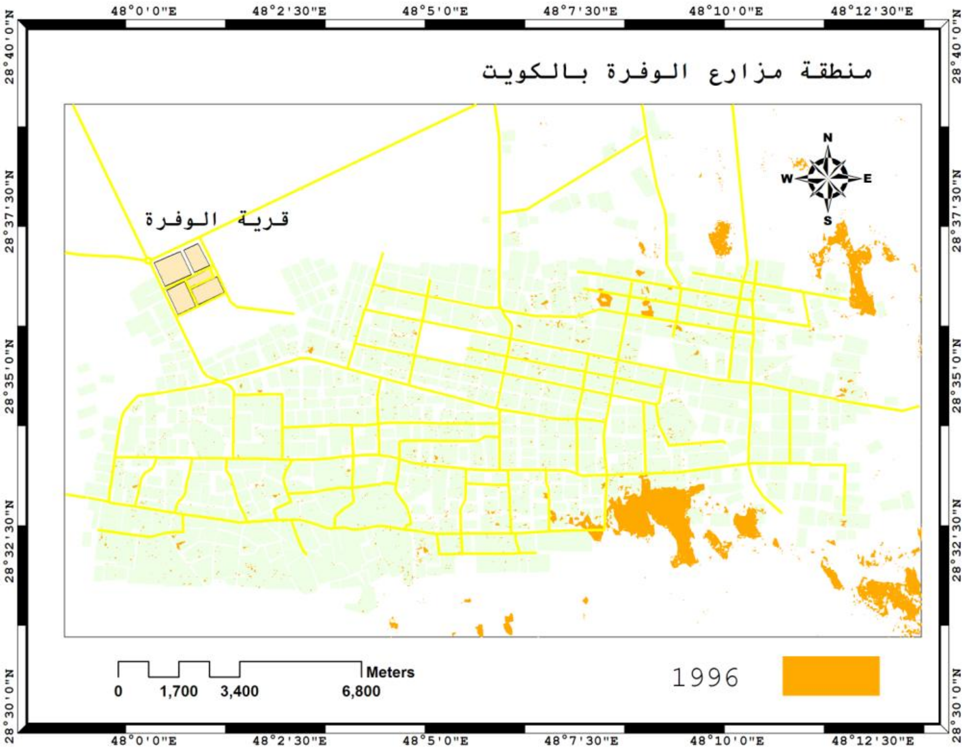
شكل (4): استخلاص المساحات المتملحة من شكل (3)

3) يظهر شكل (5) إنتشار التربة المتملحة عام 1996 في مساحات كبيرة إمتدت الى شمال شرق منطقة الوفرة الزراعية الى جانب تزايد المساحات المتملحة داخل نطاق القسائم الزراعية التي يظهرها شكل (6) حيث وصل مجموع المساحات المتملحة في عام 1996 الى 1611900 مترمربع بنسبة 0.45% من مجموع مساحة النطاق الذي تغطية المرئية بزيادة قدرها 3.75 مرة عن

المساحات المتملحة في عام 1989، أي أن ظاهرة تملح التربة تنتشر بسرعة كبيرة تصل الى 168171 مترمربع في السنة.

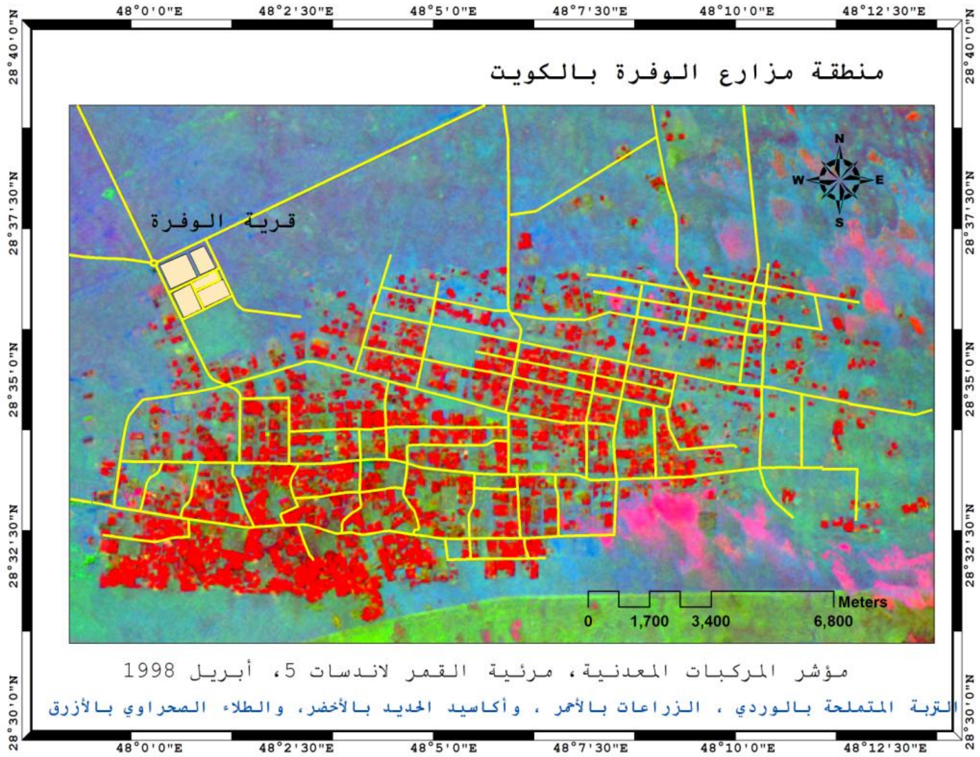


شكل (5): نتيجة تطبيق مؤشر المركبات المعدنية على مرئية عام 1996م

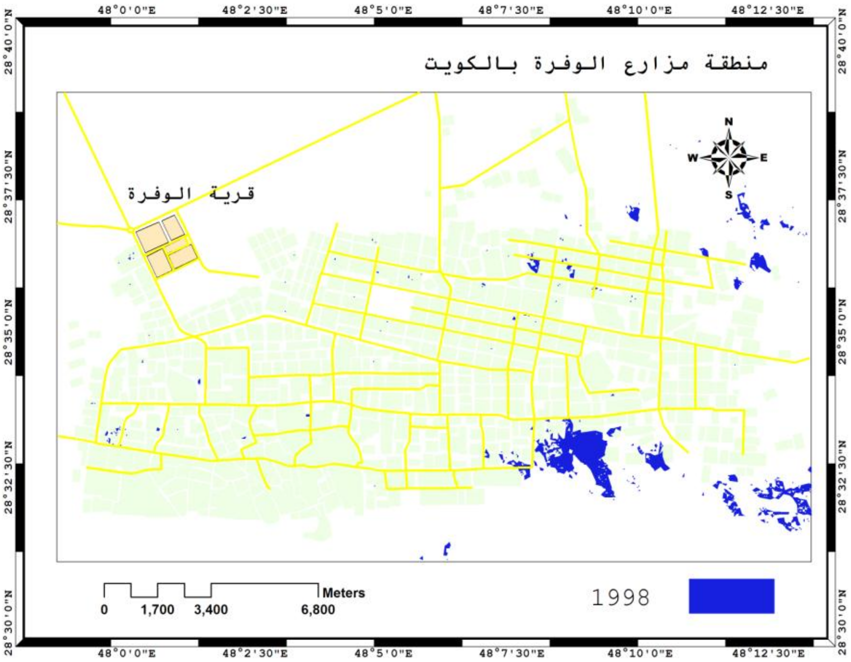


شكل (6): استخلاص المساحات المتملحة في شكل (5)

4) يظهر شكل (7) التوزيع المكاني للمناطق المتملحة في عام 1998 والتي تراجعت في النطاق الشمالي الشرقي بمقارنتها مع الحالة في عام 1996, وبمقارنة شكل (8) الذي يوضح المساحات المتملحة باللون الأزرق، حيث تراجعت المساحة الى 198900 متر مربع بنسبة 0.05% فقط من إجمالي مساحة المنطقة التي تغطيها المرئية. ويعتبر هذا التراجع في المساحة المتملحة والذي ربما يرجع الى تأثير الأمطار الغزيرة التي هبطت على دولة الكويت عام 1997.

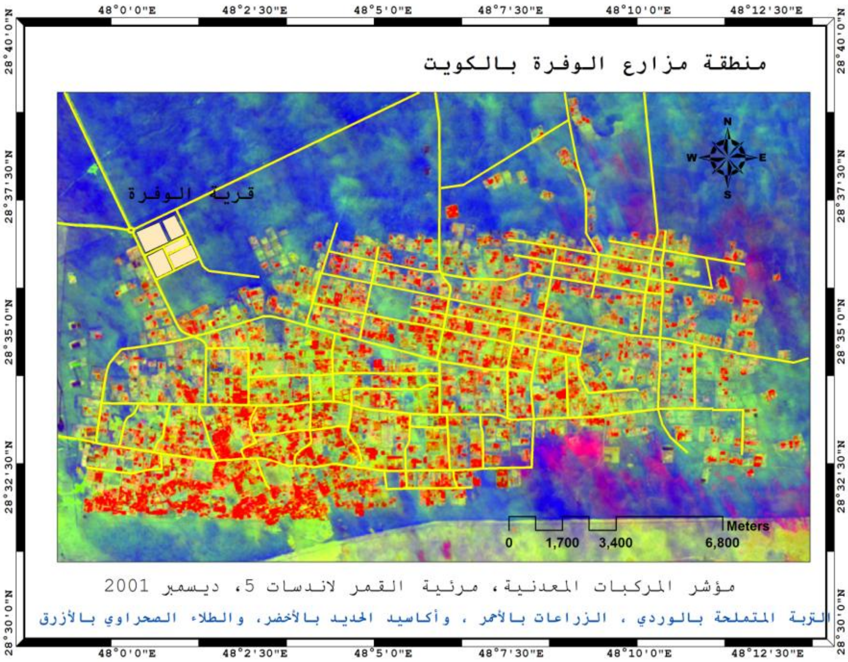


شكل (7): نتيجة تطبيق مؤشر المركبات المعدنية على مرئية عام 1998م

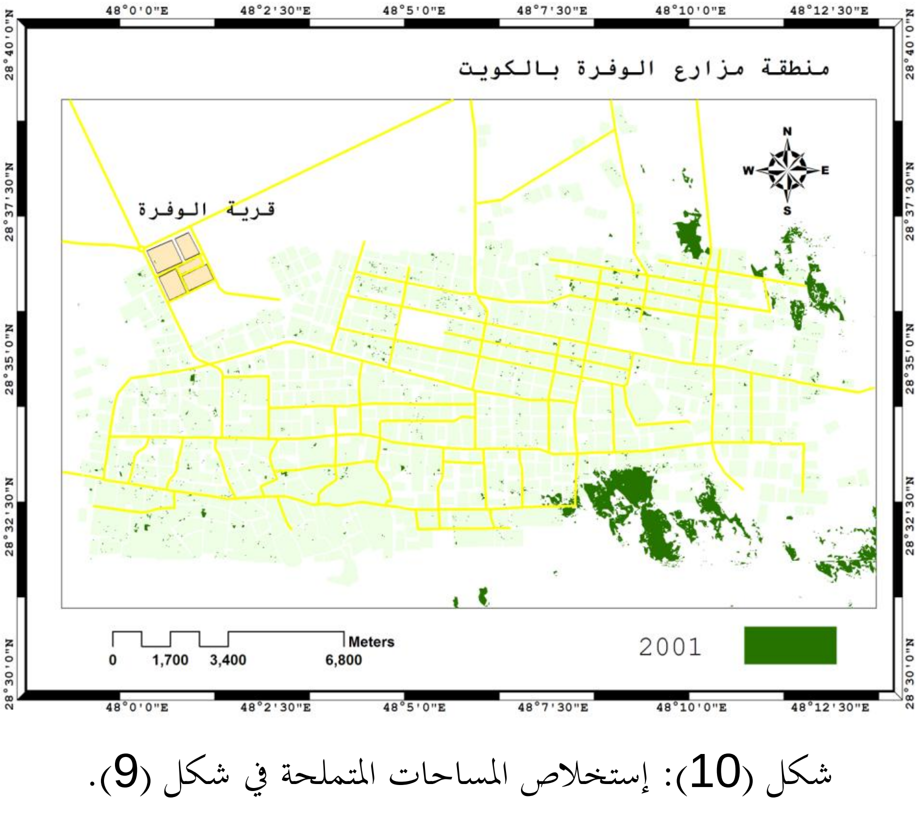


شكل (8): إستخلاص المساحات المتملحة في شكل (7).

5) يظهر شكل (9) نتيجة تطبيق مؤشر المركبات المعدنية على مرئية عام 2001، حيث تظهر التربة المتملحة أيضاً باللون الوردي، والتي تم استخلاصها في شكل (10) حيث تبدو أكثر إنتشاراً في القسائم الزراعية مما كان عليه الوضع في عام 1998 حيث وصلت المساحة الى 1340100 مترمربع بنسبة 0.37% من إجمالي مساحة المنطقة، وهى زيادة نسبية واضحة عن عام 1998، وهذا يشير الى عودة نشاط ظاهرة التملح للتربة.



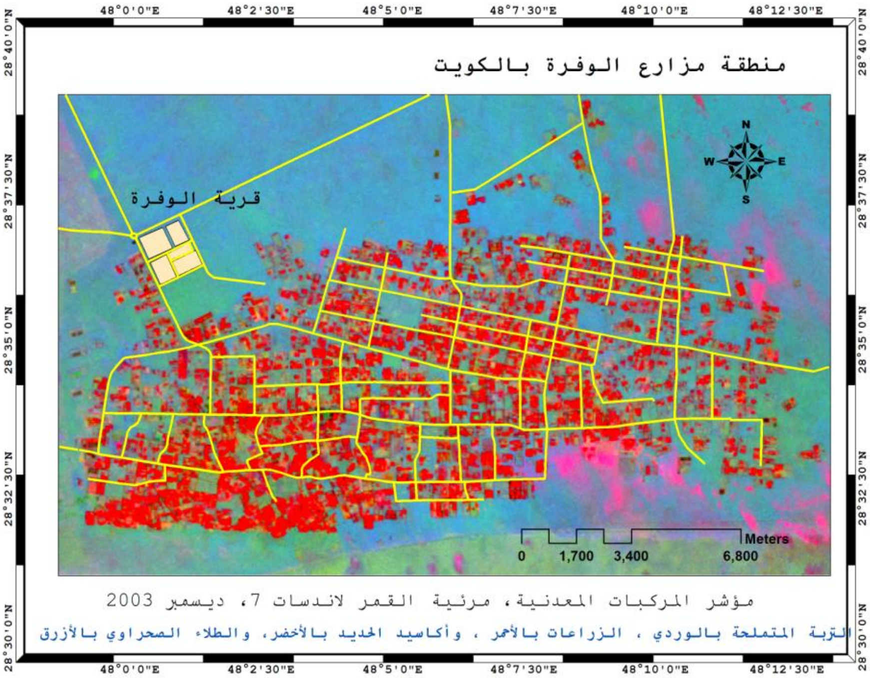
شكل (9): نتيجة تطبيق مؤشر المركبات المعدنية على مرئية عام 2001م



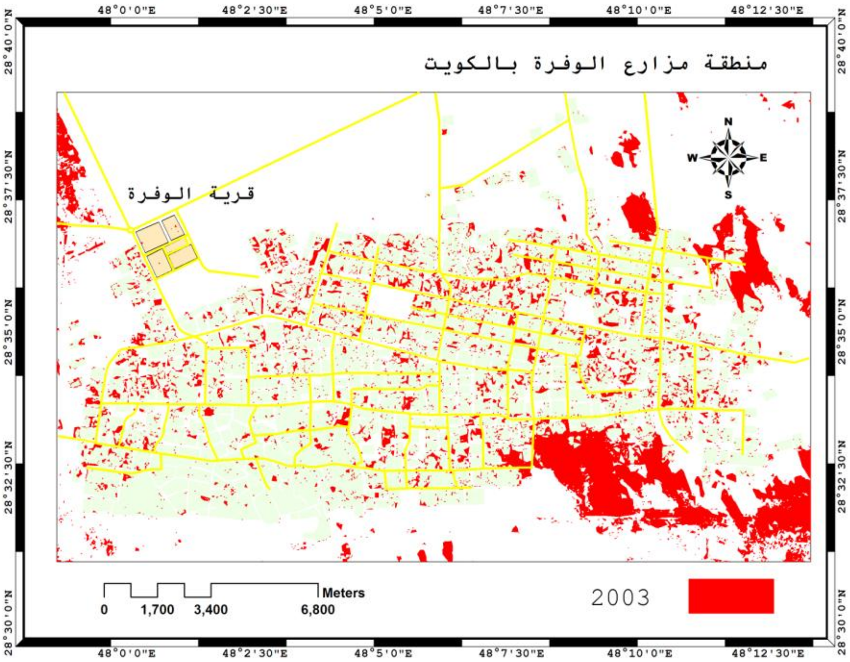
شكل (10): إستخلاص المساحات المتملحة في شكل (9).

6) ويظهر شكل (11) نتيجة تطبيق مؤشر المركبات المعدنية على مرئية عام 2003 والتي تعود الى القمر الصناعي الأمريكي لاندسات السابع الذي يحمل

الراسم الثيماتيكي المحسن (ETM). وعليه فقد ظهرت تأثير هذا التحسن في وضوح الانتشار الكبير للمناطق التي تعاني من تملح التربة . فالوضع الذي يظهره شكل (12) يختلف تماماً عن السنوات السابقة حيث إمتدت ظاهرة تملح التربة الى جميع أنحاء القسائم الزراعية، وقد وصلت المساحة المتملحة الى 4085100 مترمربع بنسبة 1.14% وهى أعلى نسبة تملح في المنطقة، كما أنها مساحة ليست بالقليلة.



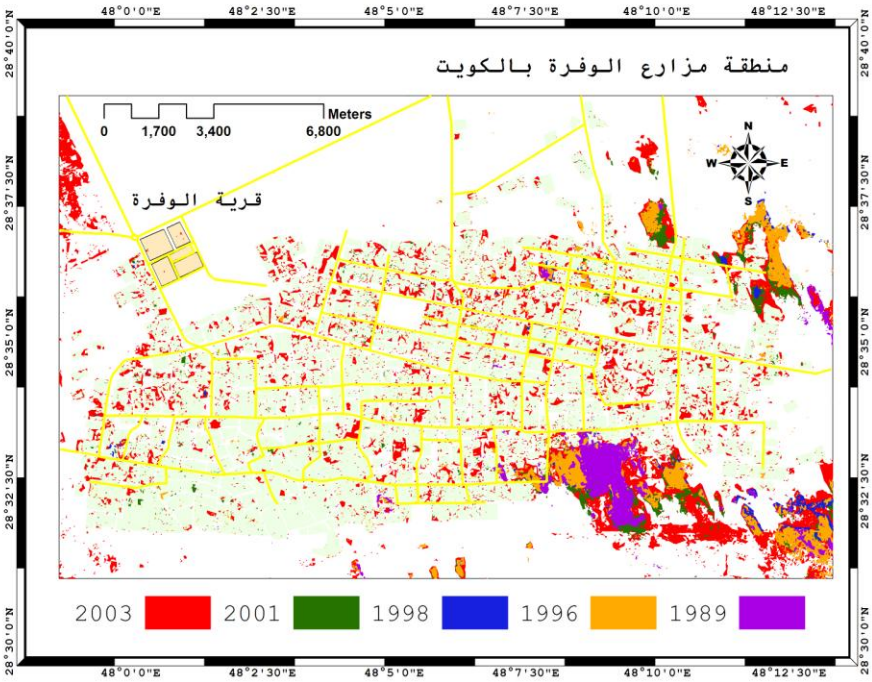
شكل (11): نتيجة تطبيق مؤشر المركبات المعدنية على مرئية عام 2003م



شكل (12): إستخلاص المساحات المتملحة في شكل (11).

ثالثاً: نمذجة التوسع الديناميكي لظاهرة تملح التربة:

بالاعتماد على أسلوب النمذجة الديناميكية الزمنية لامتداد ظاهرة تملح التربة في منطقة الوفرة الزراعية، فقد تم تنسيق الامتداد للظاهرة في السنوات المختلفة من حيث الفترة الزمنية والامتداد المكاني.



شكل (13): نتيجة النمذجة المكانية للانتشار الديناميكي لظاهرة تملح التربة

ويظهر شكل (13) نتيجة النمذجة الميكانيكية لظاهرة تملح التربة والتي يمكن تفسيرها على النحو التالي:

- تركز حالات التملح للتربة في الجزء الجنوبي الشرقي والشمالي الشرقي في جميع السنوات وبنسب متقاربة وهى منطقة تشبه الى حد كبير سبخات الساحل الشرقي.
- إنتشار تملح التربة في عامي 2001، 2003 في معظم القسائم الزراعية باستثناء النطاق الجنوبي الغربي، وهذا يؤكد أسباب قد ترجع الى تدهور الرعاية الزراعية، ومكافحة الجفاف، وارتفاع نسبة الأملاح ف مياه الري وغرها من الأسباب المكانية.
- يظهر تأثير درجة التحسن في مرئية عام 2003 على إظهار المناطق المتملحة بشكل أكثر وضوحاً، وربما اذا إعتمدنا على مرئيات أكثر دقة أرضية مثل مرئيات القمر الصناعي ايكانوس Ikanos التي تظهر دقة أرضية قدرها 1x1متر و 4x4 متر، فربما تكون المساحات المتملحة أكثر مما أظهرته مرئية عام 2003م.
- نستخلص أن ظاهرة تملح التربة من تفسير شكل (13) ظاهرة ديناميكية وهى إحدى علامات التصحر، حيث يقال أن التصحر يغذي التصحر.

رابعاً: خلاصة وتوصيات:

أظهرت الدراسة أهمية تقنية الاستشعار عن بعد في دراسة التوزيع المكاني لظاهرة تملح التربة في المناطق الزراعية وابراز الامتداد الديناميكي للظاهرة . وقد إعتمدت الدراسة على تطبيق مؤشر المركبات المعدنية الذي يظهر تركز الأملاح المختلفة في التربة والتي تتسم بالديناميكية اذا ماتوفرت لها عوامل الجفاف وانحسرت أساليب مكافحتها.

وأبرزت مرئية عام 2003 انتشاراً واضحاً لظاهرة تملح التربة، والتي تؤكد بأنها في إنتشار ديناميكي مستمر يحتاج الى عناية من الجهات المعنية بذلك.

وتوصي الدراسة بالتالي:

- الاعتماد على مرئيات فضائية يتوفر فيها درجة وضوح أكثر لتساهم في تحسين إمكانية حساب المساحات المتملحة، فاذا تمكنا من رصد المساحات المتملحة بدقة فانه يمكن وضع خطة لمواجهتها بدقة.
- دراسة العوامل المختلفة التي أدت الى وجود ظاهرة تملح تربة مزارع الوفر ة من خلال إجراء دراسات حقلية ومختبرية متخصصة بهدف مواجهة مسببات التملح.
- تطبيق الدراسة الحالية على المناطق الزراعية الأخرى في دولة الكويت بهدف الوقوف عند مدى انتشار تملح التربة ومواجهتها.
- تفعيل دور الهيئة العامة للزراعة والثروة السمكية في الدراسات العلمية ا لمرتبطة بالمناطق الزراعية وخاصة مايتعلق بظاهرة تملح التربة التي تهدد تقلص المساحات الزراعية.

خامساً: المراجـــــع:

صبحي عبد الله المطوع (1987): التنمية الزراعية من منطقة الوفرة مابين 1984-1985، الجمعية الجغرافية الكويتية، عدد 106.

محمد رشيد الفيل (1983): التخطيط الزراعي لمنطقة الوفرة، الجمعية الجغرافية الكويتية، عدد 60.

محمد رشيد الفيل وصبحي المطوع (1983): التنمية الزراعية بالكويت، سلسلة منشورات وحدة البحوث والترجمة، قسم الجغرافيا جامعة الكويت، عدد رقم 5.

محمد الخزامي عزيز (2001): أثر الاحتلاف المكاني على قدرة التمييز بين النبات والتربة على مرئيات لاندسات- دراسة تطبيقية على خمسة نماذج من الكويت، مجلة الانسانيات، كلية الآداب جامعة الاسكندرية فرع دمنهور، عدد 10، صص 37-110.

Abdel-Hamid, M.A. and Shrestha, D.P. (1992): Soil Salinity mapping in the Nile Delta, Egypt using remote sensing techniques, International Journal Archives of Photogrammetry and Remote Sensing 29, (B7), 787-787, ISPRS Commision VII/4, Washington, D.C., USA.

Bresler E. et al (1982): Saline and Sodic Soils- principles-Dynamics-Modeling, USDA, Springer Verlag, Berlin.

Csilling F. et al (1993): Spectral Band Selection for the Chasracterization od Salinity status of Soils, Remote Sensing Environment, 43, pp. 231-242.

Eugun, H.N. (1969): FAO Soil Survey of Kuwait, Second edition, Food and agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy.

Karavanova, E.I. and Orlov, D.S. (1995): The possibilities of Remote diagnostics of soils salinization in arid region, In: Proceedings of the international cartographic conference, vol.1, 1218-1222, Barcelona, Spain.

Moreau, S.S. (1989): The detection and Delineation of Saline/Alkali Soils in Cochabamba Dept., Bolivia, Master Thesis, Montreal University.

Moreau, S.S. (1996): Application of Remote sensing and GIS to the Mapping of Saline/Sodic Soils and evaluation of Sodification risks in the province of Villarroel, Central Altiplano, Bolivia, 4th International Symposium on high Mountain remote sensing cartography, Karlstad-Kiroms, August 1996.

Myers, V.I. et al (1996): Remote Sensing for estimation of soil salinity. Journal of Irrigation and Drainage Division. 92 (4), 59-68.

Shabbir, A. et al (2004): Soil survey for farm planning in northern Kuwait, Journal of Science and Engineering, Kuwait University, 31 (1), pp.43-57.

الفصل الخامس

أثر الاختلاف المكاني على قدرة التمييز بين النبات والتربة على مرئيات لاندسات

دراسة كارتوجرافية تطبيقية لخمسة نماذج من الكويت

ملخص :

يعتمد العديد من الدراسات في مجال تفسير وتحليل المرئيات الفضائية على الاختلافات الزمنية بين المرئيات الفضائية لإبراز مدى وجود تغيير مكاني على المظاهر البشرية والطبيعية لأقاليم الدراسة، وكذلك على الاختلاف المكاني بين مناطق مختلفة تغطيها مرئيات فضائية مختلفة من شأنها أن تسهم في إجراء دراسات مقارنة بين منطقتين جغرافيتين مختلفتين.

ولكن الدراسة الحالية طرحت التساؤل حول م دى وجود اختلاف طيفي بين المظاهر الجغرافية المتشابهة على نفس المرئية مع اختلاف الموقع الجغرافي لتلك الظاهرات، أي هل هناك أثر للاختلاف المكاني في القدرة على التمييز فيما بين الظاهرات وليكن بين النبات والتربة على المرئية الفضائية الواحدة؟.

وقد اعتمدت الدراسة على خمسة نماذج تمثل خمس بيئات جغرافية متنوعة في دولة الكويت، ولكن تغطيها مرئية فضائية واحدة من القمر الصناعي الأمريكي الخامس لعام 1998م، واستخدمت طريقتين من طرق التمييز بين النبات والتربة وهما طريقة المركب اللوني بالاعتماد على النطاقات 2،3،4 باعتباره أفضل المركبات الطيفية التي تسهم بشكل جيد في إظهار الغطاء النباتي بالألوان الزائفة، وكذلك طريقة مؤشر دليل النبات المعدّل.

وقد اعتمدت الدراسة في استقراء نتيجة المركب اللوني على المنهج الوصفي بأسلوب التحليل النوعي للوقوف على مدى وجود أثر للاختلاف المكاني على القد رة على التمييز بين النبات والتربة، والتي لعبت عوامل مكانية عديدة في ذلك منها الرطوبة،

والفترة الزمنية للاستشعار، ونوعية التربة ومدى تشبعها بالرطوبة، وكذلك على نسبة الخضرة في النبات.

أما في حالة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل فقد اعتمد على المنهج الكمي التحليلي في تفسير واستقراء خصائص الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية، وكذلك على خصائص البصمة الطيفية للفئات التصنيفية، وقد تبين بوضوح أن هناك أثراً للاختلاف المكاني في القدرة على التمييز بين النبات والتربة في النماذج الخمس.

وقد اعتمدت الدراسة على النتائج التفسيرية والاستقرائية للمنهج الوصفي والكمي والدراسات الحقلية في التمثيل الكارتوجرافي للنبات والتربة للنماذج التطبيقية المستخدمة في الدراسة.

المصطلحات الأساسية:

الاستشعار عن بعد، الكارتوجرافيا التطبيقية، مؤشر دليل النبات المعدّل، التمييز بين الانعكاس الطيفي للنبات والتربة، جغرافية الكويت.

مقدمـــــــــة:

عندما نتـــفقد دور الكارتوجرافي المعاصر يتبين لنا وجود دلائل كثيرة على استحداث أساليب كارتوجرافية لم تكن معهودة لدى الكارتوجرافي التقليدي، والذي كانت تقتصر مهامه على تمثيل المعلومات الجغرافية على خرائط بأنواعها المختلفة دون الانخراط في طرق استخلاص تلك المعلومات التي تعتبر في المقام الأول من مهمة الجغرافي . إلا أن الكارتوجرافي المعاصر قد اتجه إلى التفاعل مع التقنيات الحديثة باعتبارها، ليس فقط امتداداً للوسائل الكارتوجرافية في رسم الخرائط، ولكن أيضاً باعتبارها قفزة نوعية في مجال استخلاص المعلومات من مصادر ليست تقليدية والمتمثلة في بيانات الاستشعار عن بعد.

فيؤكد جروثين (Grothenn, 1997) أن الكارتوجرافي الناجح هو الذي يستطيع أن يتعامل مع طرق ووسائل جمع المعلومات بأنواعها، وخاصة بيانات الصور الجوية الرقمية

Digital Aerial Photograhps، وبيانات الاستشعار عن بعد Remote sensing، وبيانات طرق البث المباشر Online Systems وغيرها، بل ويفضل أن يكون لدى الكارتوجرافي خبرة تطبيقية في نظم التحليل المكاني، ومن ثم استخلاص المعلومات التي تخدم موضوع التمثيل الكارتوجرافي.

وتأتي الدراسة الحالية ك أسلوب كارتوجرافي تطبيقي حول كيفية الاستفادة من التقنيات الحديثة في تطبيق طرق التحليل المكاني لبيانات الاستشعار عن بعد بالاعتماد على طرق التمييز بين النبات والتربة على المرئية الفضائية لنماذج من دولة الكويت ومن ثم توضيح مدى تأثير الاختلاف المكاني بين المرئيات المختلفة على القدرة في التمييز بين النبات والتربة في المرئيات.

ومن المعروف أن دولة الكويت تقع جغرافياً ضمن المناطق الجافة التي تقل فيها مساحة النباتات نسبةً إلى مساحة الأراضي الجرداء ، والتي تحتاج إلى جهد كارتوجرافي كبير بغرض ترسيمها على خرائط. ومن أهم المصاعب التي تواجه الكارتوجرافي في هذا المجال هو صعوبة التمييز بين النبات والتربة في المناطق الجافة وشبه الجافة على المرئيات الفضائية، والذي يرجع إلى عدة عوامل تتعلق بالتداخل الكبير في درجات الانعكاس الطيفي على المرئيات الفضائية بين النبات والتربة، فالفارق بين التربة الجرداء والمساحات المغطاة بالنباتات الجافة شبه منعدم، وكذلك الفارق بين التربة المبللة والمساحات المغطاة بالنبات الحي أيضاً قليلة.

ويؤكد كلٌ من وارن وهتشنسون (Waren and Hutchinson, 1984) حقيقة صعوبة التمييز بين التربة والنبات في المناطق الجافة وشبه الجافة وذلك بسبب أن النباتات في هذه المناطق قد لاتغطي أكثر من 30% من سطح التربة، وبذلك فإن الانعكاسات الطيفية الصادرة من التربة تسود على تلك التي تصدر من النباتات.

وعندما نقوم بمعالجة مرئيات فضائية في المناطق الجافة وشبه الجافة بغرض استخلاص مساحات الغطاء النباتي عليها، فإنه يجب علينا أن نضع في حسباننا عدة عوامل قد تؤثر في مدى دقة تحديد الغطاء النباتي على المرئية ومن أهمها وقت الاستشعار والذي يترتب عليه البُعد الزمني بين فترة تساقط آخر أمطار على المنطقة وبين وقت الاستشعار،

حيث يعتبر فصل الربيع وبداية فصل الصيف أعلى درجات الإنبات في الأقاليم الجافة وشبه الجافة بالنسبة لفصول السنة.

وقد طُورتْ عدة طرق تحليلية للتمييز بين النبات والتربة على المرئيات الفضائية بالاعتماد على المؤشرات الطيفية لكل من النبات والتربة يتم اختيار إثنين منها في الدراسة الحالية، ومن ثم توضيح مدى تأثير الاختلاف المكاني على نتائج هذه الطرق، حيث أُختيرت النماذج الخمس في الكويت من مناطق تختلف في ظروفها المكانية وتمثل خمس بيئات طبيعية مختلفة هى، بيئة بحرية تتمثل في نموذج جزيرة فيلكا، وبيئة سكنية ساحلية تتمثل في منطقة السالمية، وبيئة زراعية تعتمد على زراعات الري المحوري المنظم تتمثل في منطقة الصليبية، وبيئة زراعية صحراوية تتمثل في مزارع الوفرة، وأخيراً بيئة صحراوية تتمثل في منطقة تقع الى الجنوب من حقل برقان للنفط في جنوب شرق الكويت.

وتسعى الدراسة الحالية إلى إجراء دراسة تحليلية مقارنة على نتائج تطبيق طرق التمييز المكاني بين النبات والتربة في المناطق الخمس، ومن ثم إبراز مدى تأثير الاختلاف المكاني على القدرة على التمييز بين النبات والتربة، وأيضاً تطوير طريقة جديدة للترسيم الكارتوجرافي للغطاء النباتي و أنواع التربة في مناطق الدراسة.

الدراسات السابقة:

لم تكن الدراسات المتخصصة في مجال التمييز بين النبات والتربة حديثة العهد، بل هناك جهود ترجع إلى السبعينيات من القرن العشرين، حيث جاءت دراسة ريشاردسون وويجاند (Richardson and Wiegand, 1977) كأول دراسة اعتمدت على بيانات الاستشعار عن بعد في التمييز بين النبات والتربة، فبالرغم من أنها اعتمدت على بيانات القمر الصناعي الأمريكي لاندسات الثالث من جهاز الاستشعار متعدد الأطياف Multispectral Scanner (MSS) وهى بيانات تختلف كثيراً في درجة الوضوح الأرضي Ground resolution ونمط استشعار الانعكاسات الأرضية التي تختلف كثيراً عن بيانات القمر الصناعي الأمريكي لاندسات الخامس الذي تعتمد عليه الدراسة الحالية، إلا أن دراسة كلّ من ريشاردسون وويجاند نجحت لأول مرة في وضع منهجية واضحة في مجال

التمييز بين التربة والنبات على المرئيات الفضائية وذلك بتطوير مؤشر الانعكاس الطيفي للنبات الذي يعتمد على مؤشر النبات التعامدي (Perpendicular Vegetation Index (PVI، والذي تم تطويره فيما بعد ليستخدم في مرئيات الأقمار الصناعية الأحدث.

ودراسة تيوكر (Tucker, 1979) التي قام فيها بتطوير مؤشر التمييز بين النبات والتربة المعروف باسم مؤشر النبات Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) والذي يعتمد على استبعاد تأثير التربة على مجموع انعكاسات النبات.

ومنذ ذلك الوقت توالت الجهود في مجال دراسة الانعكاس الطيفي للنبات وكيفية التمييز بينه وبين التربة مثل دراسة بيري ولاوتنشلاجر (Perry and Lautenschlager, 1984)، ودراسة جاكسون (Jackson, 1984) التي ركزت على استخدام المرئيات الفضائية في التمييز بين خصائص النباتات بغرض التمييز فيما بينها.

وتأتي دراسة كريست وتشيكون (Crist and Cicone, 1984) بأسلوب تطبيقي لمؤشر التمييز بين النبات والتربة على مرئيات القمر الصناعي لا ندسات الثالث، وطبقها أيضاً كريست وكوث فيما بعد (Crist and Kauth, 1986) على مرئيات القمر الصناعي لاندسات الخامس، حيث اعتمدت الطريقة على إعادة التوزيع لبيانات استقراء المساحات النباتية على محاور متعددة من شأنها أن تسهم في التمييز بين النبات والتربة وهى : مؤش ر الخضرة Greenness ومؤشر السطوع Brightness ومؤشر البلل Wetness ومؤشر الضبابية Haze ومؤشر النطاق الطيفي الخامس للمرئيات، ومؤشر النطاق الطيفي السادس.

وتمثل دراسة هيوت (Heute, 1988) قفزة نوعية في مجال التمييز بين النبات والتربة على المرئيات الفضائية، حيث قام بتطوير مؤشر النبات الذي صممه تيوكر الذي سبقت الإشارة إليه (NDVI) وذلك بإضافة قيمة ثابتة إلى ناتج مؤشر تيوكر وذلك بهدف تحسين استبعاد تأثير التربة على وضوح النبات في المناطق نادرة الغطاء النباتي، وبذلك قد حقق إضافة علمية متميزة للدراسات المتعلقة بالمناطق الجافة وشبه الجافة، وقد سمى المؤشر الجديد باسم "التربة تظهر مؤشر النبات" Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) .

وقد استخدم بوست وآخرون (Post et al, 1988) هذا المؤشر في رسم خرائط لخصائص التربة والنبات في المركز الزراعي التابع لجامعة أريزونا باعتبار أنها تقع في المناطق

الجافة، كما استخدمه أيضاً بنجاح ضروبا (Dhruba, 1990) في التحليل المساحي للغطاء الأرضية واستخدامات الأراضي لخدمة منظمة الفاو.

وقد قام كلٌ من جاكسون وهيوت (Jackson and Heute, 1991) بدراسة تحليلية تقييمية مقارنة لمؤشرات الانعكاسات الطيفية للنبات، وتوضيح جوانب القوة والضعف في كل منها، وكذلك الإشارة إلى أنسب المناطق التي يمكن أن تطبق فيها وكذلك الإشارة إلى عامل الوقت بالنسبة للمناطق الجافة وشبه الجافة والمرتبط بفصول سقوط الأمطار.

وتمثل لنا دراسة أندرسون وآخرين (Anderson et al, 1993) أهمية كبيرة حيث ركزت على منهجية نقدية لمؤشرات الانعكاسات الطيفية للنباتات التي تعتمد على المرئيات الفضائية من القمر الصناعي الأمريكي لاندسات الخامس وخاصة من جهاز الاستشعار الراسم الثيماتيكي (التفصيلي) Thematic Mapper (TM) ومدى نجاحها في المناطق شبه الجافة، حيث تبين أن هناك علاقة قوية بين درجة التمييز للنبات وبين الفترات الزمنية للمرئيات الفضائية، فكلما اقترب وقت الاستشعار من فصل سقوط الأمطار كلما زادت درجة التمييز بين النبات والتربة والعكس، وتصل إلى أدناها في فترات الصيف، حيث ندرة الغطاء النباتي أو جفافه مما يقلل من القدرة على التمييز بينه وبين التربة الجرداء.

وأيضاً دراسة بنتي وآخرين (Pinty et al, 1993) التي تعتمد على التفسير الكمي لنتائج تطبيق مؤشرات الانعكاس الطيفي للنبات وخاصة على خصائص النباتات، حيث أكدت بدورها على أن هناك تفاوتاً كبيراً في درجة التمييز بين النباتات التي تتفاوت من حيث نسبة الخضرة فيها، فالنباتات الناضجة تقل إمكانية تمييزها عن التربة على العكس تماماً من النباتات التي لم تنضج بعد وذلك بسبب ارتفاع نسبة الخضرة فيها.

ودراسة روزنهولم (Rosenholm, 1993) تعد إحدى الدراسات التي اعتمدت على بيانات الاستشعار عن بعد في رسم خرائط لاستخدامات الأراضي والتصنيف المكاني للنباتات، ودراسة ليون وآخرون (Leone et al, 1995) التي طبقت تقنية الاستشعار عن بعد في رسم خرائط لتصنيف التربة في مناطق مرتفعات جنوب ايطاليا، ودراسة حرحش وتاتيشي (Harahsheh and Tateishi, 1998) تمثل تطبيق واضح للتكامل بين تقنية الاستشعار عن بعد وتقنية نظم المعلومات الجغرافية في رسم خرائط لاستخدامات الأراضي

والغطاء النباتي في منطقة اربد بالأردن. وتأتي دراسة سعد الغامدي (1998) كأحد الدراسات العربية النادرة بفكرة تطبيقية لقياس تحليل الاستجابة الطيفية لنباتات المناطق الجافة وشبه الجافة، والتي أخذت من منطقتين في غرب ولاية يوتاه الأمريكية نطاق جغرافي للدراسة، فبالرغم من تشابه الظروف المناخية بين المنطقتين وبين بيئتنا العربية، إلا أنه كان من الأفضل أن تطبق الأفكار التطبيقية التي احتوتها الدراسة على منطقة في داخل المناطق الجافة وشبه الجافة في عالمنا العربي.

ومن هذا العرض للدراسات السابقة يتبين لنا أنه لاتوجد دراسات اتخذت من الاختلاف المكاني كمعيار قد يؤثر في القدرة على التمييز بين النبات والتربة في المناطق الجافة وشبه الجافة، ويتضح على وجه الخصوص ندرة الدراسات العربية المتخص صة في كارتوجرافية التواجد النباتي في هذه المناطق، لذلك تسعى الدراسة الحالية إلى تطبيق مؤشر النبات للانعكاس الطيفي وتطبيقه على خمس مناطق مختلفة في دولة الكويت بغرض تحديد مدى تأثير الاختلاف المكاني على القدرة على التمييز بين النبات والتربة، ومن ثم كارتوجرافية التوزيع المكاني للنبات والتربة في النماذج الخمسة، حيث تم تثبيت كل من المتغيرات التالية:

1) المصدر الأساسي للمعلومات الفضائية وهى مرئية لاندسات الخامس المأخوذة في شهر فبراير 1998م بهدف معرفة مدى وجود اختلاف مكاني على نفس المرئية.
2) وتثبيت مؤشر النبات لجميع القياسات وهو مؤشر دليل النبات NDVI، لمعرفة مدى صحة تطبيقيه للتمييز بين النبات والتربة في النماذج الخمسة.
3) تثبيت أسلوب التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification للنماذج الخمسة، بحيث يتم التصنيف لفئتين، وتحديد مدى مطابقة التصنيف غير الموجه مع قدرة مؤشر دليل النبات على التمييز بين النبات والتربة، ويتم ذلك من خلال المسح الميداني.
4) تثبيت نفس أسلوب التصنيف غير الموجه ولكن لعشر فئات، بهدف تحديد مدى إمكانية التمييز بين النبات والتربة في النماذج الخمسة.
5) إتباع نفس الأسلوب في المسح الميداني إلى جانب الاعتماد على الخرائط الموضوعية Thematic Maps التي توضح التوزيع النباتي في النماذج الخمسة.

6) إتباع أسلوب ثابت للتصنيف الموجه Supervised Classification للترسيم الكارتوجرافي للنبات والتربة في النماذج الخمس.

منطقة الدراسة ومبررات اختيارها:

كما سبقت الإشارة إليه فإن الدراسة تشمل خمس مناطق في دولة الكويت تمثل خمس بيئات مكانية مختلفة هى بيئة بحرية، وبيئة ساحلية، وبيئة عمرانية، وبيئة زراعية، وبيئة برية صحراوية.ومن الخريطة (شكل 1) يمكن توضيح خصائص مناطق الدراسة الخمس على النحو التالي:

1 - **البيئة البحرية وتمثلها جزيرة فيلكا** : وهى ثانية كبرى الجزر الكويتية بعد جزيرة بوبيان، ولكنها أكثر الجزر الكويتية من حيث كثافة الغطاء النباتي، والتواجد السكاني والعمراني.

2 - **البيئة الساحلية وتمثلها منطقة السالمية**: وهى منطقة عُمرانية ساحلية توجد فيها بعض الحدائق الداخلية الكبيرة وكذلك الحدائق والمتنزها ت الساحلية التي يمكن أن تعطي بعداً مكانياً مناسباً للتمييز بين النباتات والتربة والعمران.

3 - **البيئة الزراعية التي تعتمد على الري المحوري المنظم وتمثلها منطقة الصليبية** : وهى التي تحتوي على مساحات زراعية منتظمة كنموذج واضح للتمييز بين النبات والتربة.

4 - **البيئة الزراعية وتمثلها مزارع الوفرة**: والتي تقع قرب الحدود الكويتية السعودية في الجنوب، حيث تعتبر من أغنى مناطق الزراعة في الكويت.

5 – **البيئة البرية الصحراوية وتمثلها منطقة تقع إلى الجنوب من حقل برقان للنفط :** والتي تتميز بالجفاف وندرة الإنبات حيث يقتصر على الفترات القصيرة التي تعقب سقوط الأمطار.

ويمكن توضيح مبررات اختيار المناطق الخمس على النحو التالي:

- التنوع المكاني في طبيعة الغطاء النباتي من خلال التنوع البيئي.
- الوقوف عند المؤثرات المكانية في البيئات الخمس على القدرة على التمييز بين النبات والتربة.
- عدم وجود دراسات مماثلة بالكويت.

أهداف الدراســـــة:

تهدف الدراسة إلى تغطية الجوانب البحثية التالية:

1 – تطبيق مؤشر الانعكاس الطيفي للنبات على نماذج في دولة الكويت

2 – التعرف على المؤثرات المكانية التي تسهم في تغيير طبيعة نتيجة تطبيق مؤشر الانعكاس الطيفي للنبات والتربة

3 – استحداث طريقة جديدة لرسم خرائط التمييز المكاني بين النبات والتربة على خمسة نماذج مكانية في دولة الكويت

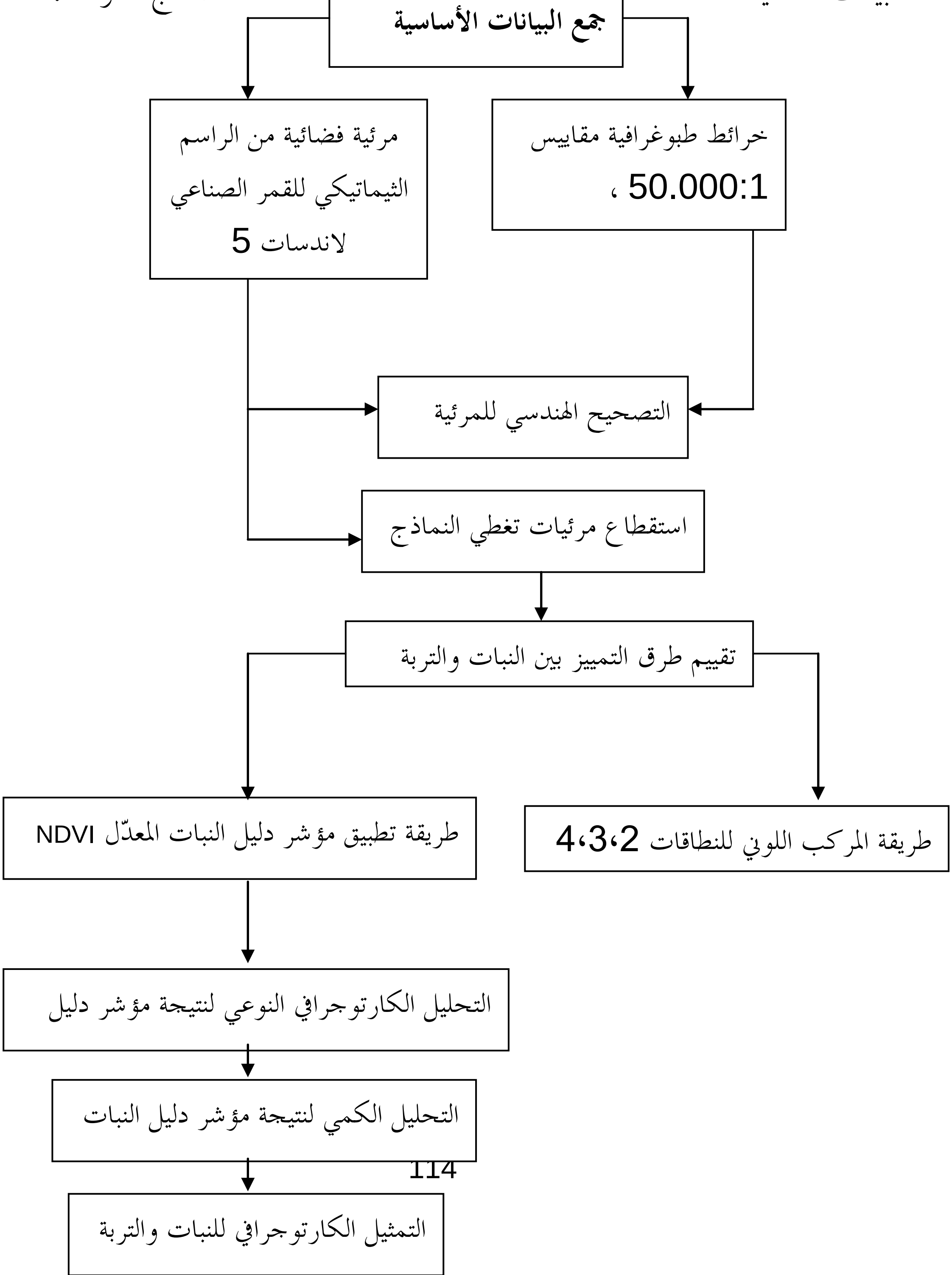
4 – الوقوف عند مستوى التمثيل الكارتوجرافي لمساحات النبات والتربة بالاعتماد على المرئية الفضائية من جهاز الاستشعار المعروف باسم الراسم الثيماتيكي على متن القمر الصناعي الأمريكي لاندسات الخامس.

منهجية وأسلوب الدراسة:

تعتمد الدراسة على المنهج التحليلي لنتائج تطبيق مؤشر الانعكاس الطيفي للنبات والتربة، ومن ثم رسم خرائط لنتائج التمييز بين النبات والتربة على أساس أسلوب كارتوجرافي يعتمد على بيانات المرئيات الفضائية.

ويمكن تحديد ملامح منهجية الدراسة (شكل 2) على النحو التالي:

أولاً: تحديد المرئيات الفضائية باعتبارها مصدر المعلومات الأساسية للدراسة ، وقد تم اختيار مرئية الراسم الثيماتيكي Thematic Mapper (TM) على متن القمر الصناعي الأمريكي لاندسات الخامس 21 فبراير 1998 رقم 43/165. وقد تم اختيار تاريخ الاستشعار في شهر فبراير لكي يمثل أعلى فترة إنبات في منطقة الدراسة كإقليم جاف، كما تم الاعتماد على مرئية واحدة بهدف تثبيت الأساس المعلوماتي والمؤثرات المناخية العامة وغيرها على المرئية، ويبقي فقط البحث في أثر الاختلاف المكاني الناتج على تنوع البيئات المكانية لنماذج الدراسة.



شكل (2): رسم تخطيطي للمنهجية التطبيقية للدراسة

ثانياً: إجراء عمليات استقطاع Subset للمساحات التي تغطي المناطق الخمسة من المرئية بالفقرة السابقة، ومن ثم يتم الحصول على خمس مرئيات لمناطق الدراسة.

ثالثاً: إجراء التعديل الهندسي Geometric Correction للمرئيات الخمس وذلك بإدخال نقاط تحكم أرضية (إحداثيات جغرافية) بالاعتماد على خريطة طبوغرافية مقياس 50.000:1 بلوحات مختلفة، وخرائط أخرى، إلى جانب أجهزة تحديد المواقع (GPS) للمناطق التي لاتتوفر لها خرائط تغطي المراطق الخمس.

رابعاً: إدخال عمليات التحسين Image Enhancement للمرئيات وإنتاج مركب لوني Color composition لكل منطقة، وإجراء التحليل النوعي qualitative analysis بالاعتماد على أسلوب التفسير النظري Visual interpretation للتوزيع المكاني للنبات والتربة.

خامساً: اختيار مؤشر الانعكاس الطيفي الذي يتم تطبيقه في الدراسة ، ومن خلال الاطلاع على الدراسات السابقة تبين أن أفضل المؤشرات [1] التي يمكن أن تسهم في إعطاء نتائج مرضية هو:

مؤشر دليل النبات المعدّل Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

---

[1] لمعرفة المزيد عن مؤشرات النبات الأخرى راجع: Wardly, 1984، Crist, 1986، Heute, 1988 وسعد الغامدي، 1992.

يستخدم هذا المؤشر لتقليل الفوارق بين الاختلافات المكانية للانعكاس الطيفي من النبات، حيث تختلف النباتات فيما بينها في درجة الانعكاس الطيفي حسب نسبة مادة الكولورفيل (مادة الخضرة) ولذلك يقوم هذا المؤشر بتبسيط أو تقليل الفروق بينها لتظهر في مجملها كمساحات نباتية، وهذه الخاصية تفيد في المناطق الجافة وشبه الجافة وذلك لأن النباتات في الغالب تتسم بانخفاض نسبة مادة الخضرة فيها، ويعود استخدام هذا المؤشر إلى كلٍ من تيوكر وميللر (Tuecker and Miller, 1979) ، وفيزيائياً ثُبت أن النباتات عالية الخضرة تشتت نسبة من 80-90% من النطاق الطيفي الأحمر المرئي (Visible Red)، وتعكس نسبة 40-50% من النطاق الطيفي تحت الأحمر (NIR)، أما النباتات الجافة أو قليلة الخضرة تعكس نسبة أكبر في النطاق الطيفي الأحمر المرئي وتشتت نسبة أكبر من النطاق الطيفي تحت الأحمر من تلك النباتات عالية الخضرة، ولذلك فان الفرق بين الانعكاس والتشتت يتيح الفرصة لتحديد درجة صحة النبات والمعروفة باسم درجة الخضرة Index of greenness.

ويحسب مؤشر (NDVI) بالمعادلة التالية:

$$\text{مؤشر NDVI} = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

حيث يمثل النطاق الرابع Band 4 النطاق تحت الأحمر القريب NIR، والنطاق الثالث Band3 النطاق الأحمر المرئي Visible Red.

سادساً: إجراء التصنيف غير الموجه unsupervised classification:

يتم إجراء التصنيف على طريقتين : أولاهما: تصنيف المرئيات إلى فئتين فقط تمثلان المساحات النباتية والمساحات غير النباتية سواء كانت تربة أو غيرها، وذلك كنتيجة مباشرة لمخرجات مؤشر (NDVI) وذلك بهدف تمييز مساحات النبات كأساس للمقارنة فيما بعد. وثانيتهما: تصنيف المرئيات إلى عشر فئات مختلفة، بهدف الوقوف عند إمكانية التمييز بين النبات والتربة وإبراز النتائج المكانية لكل منطقة من المناطق التطبيقية الخمس.

سابعاً: إجراء دراسات حقلية في المناطق الخمس بهدف المطابقة النوعية للتوزيع المساحي للنبات بين كل من المرئيات مخرجات فقرة (خامساً) وبين حقيقة التوزيع في الطبيعة، ومن ثم تحديد الاختلافات في قدرة تطبيق المؤشر على التمييز بين النبات والتربة من ناحية، ومدى الاختلاف المكاني فيما بين مرئيات المناطق الخمس من ناحية أخرى.

ثامناً: التمثيل الكارتوجرافي للنبات والتربة للمناطق الخمس : وتتم من خلال إدخال نتائج الدراسة الميدانية على المرئيات المختلفة من خلال طريقة التصنيف الموجه Supervised Classification للحصول على خريطة التوزيع المكاني للنبات والتربة.

المناقشة والنتائج

أولاً: التحليل النوعي Qualitative Analysis لمكونات المركب اللوني للنماذج الخمسة

بعد إجراء عمليات التحسين على المرئيات الفضائية، وإنتاج مرئية المركب اللوني Color composite Image والذي يعتمد على إبراز الغطاء النباتي بالألوان الزائفة False color أي باللون الأحمر من خلال المركب اللوني للنطاق الرابع والثالث والثاني، وذلك بهدف الاعتماد على مادة الكورولوفيل في النبات التي تظهر بوضوح في النطاق تحت الأحمر القريب افضل من النطاقات الأخرى، وعليه يمكن تحد يد خصائص التوزيع الجغرافي للنبات والتربة في النماذج الخمسة على النحو التالي:

1) تفسير المركب اللوني لجزيرة فيلكا:

يتبين من شكل (3) أن المساحات النباتية في جزيرة فيلكا لاتتركز في منطقة دون أخرى حيث تتوزع بشكل عشوائي غير منتظم بين التلال الرملية التي تغطي معظم أراضي الجزيرة، حيث توجد التربة الرملية الطينية الرطبة، وهى نفسها المناطق التي تستغل في زراعة الحبوب الفصلية التي تعتمد على الأمطار النادرة ورطوبة الهواء والتربة، وبشكل أساسي يمكن توضيح مناطق امتداد الغطاء النباتي في الجزيرة عند السواحل الجنوبية

الشرقية، وفي الجزء الغربي من الجزيرة حيث توجد العيون المائية، وهى في الغالب مناطق زراعية منذ فجر التاريخ[2]، ويمكن استخلاص الملامح التالية:

- يظهر الغطاء النباتي باللون الأحمر في ثلاث درجات متفاوتة تبعاً لاختلاف تركيز مادة الكورولوفيل في النبات، فاللون الأحمر القاتم للنباتات ذات الخضرة العالية، والأحمر المتوسط للنباتات في مرحلة النمو، والأحمر الخفيف للنباتات المتفرقة التي تختلط انعكاساتها الطيفية مع التربة، إلى جانب النباتات الجافة والصحراوية التي تنخفض فيها نسبة الخضرة سواء بسبب ذبولها أو بسبب طبيعتها.
- تصل مساحة الغطاء النباتي الذي يظهر على المرئية باللون الأحمر بدرجاته الثلاث إلى 16.7% من إجمالي مساحة الجزيرة، وهذا يعني أن أكثر من 80% من مساحة الجزيرة تفتقر إلى وجود غطاء نباتي، والتي تغطيها الرمال والتربة الجرداء والسبخات، وهذه حسابات تعتمد على مدى فعالية المركب اللوني المذكور في إبراز الغطاء النباتي، ولايمكن اعتبارها تقديرات نهائية قبل التأكد من إجراء مؤشر دليل النبات للتأكد من مطابقة الغطاء النباتي على المركب اللوني مع الغطاء النباتي على نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات في الفقرات اللاحقة.
- يسود على المركب اللوني وجود مسطحات رملية كبيرة ترجع إلى الارسابات الرملية البحرية عند السواحل إلى جانب التلال الرملية التي تأخذ أشكالاً مختلفة تتفاوت بين الطولية هلالية الشكل وبين المخروطية في وسط وغرب الجزيرة والتي تبدو باللون البيج.

2) تفسير المركب اللوني لمنطقة السالمية:

يظهر شكل (4) المركب اللوني لمنطقة السالمية وما يجاورها من مساحات عمرانية، حيث يظهر أيضاً الغطاء النباتي فيها باللون الأحمر بدرجاته الثلاث، ويمكن تفسير ملامح التوزيع المكاني لعناصر المركب اللوني على النحو التالي:

---
[2] خالد سالم محمد، 1993، ص 23-25.

- يظهر الغطاء النباتي الذي يشكل الحدائق الداخلية، والمنتزها ت الساحلية باللون الأحمر الداكن نظراً لارتفاع نسبة الخضرة في النباتات، وخاصة وأنها من الأشجار المعمرة، ويظهر باللون الأحمر المتوسط للنباتات التي تمتد على جزر الطرق، وهى في الغالب أشجار النخيل التي ينتشر فيما بينها بعض زهور الزينة، كما تظهر باللون الحمر الخفيف مساحات الغطاء النباتي حديثة الاستزراع مثل زهور ونباتات الزينة التي مازالت لاتغطي المناطق التي زرعت فيها.
- تصل مساحة الغطاء النباتي الذي يظهر في درجات الأحمر الثلاث إلى 22.3% من إجمالي مساحة المرئية، وهذا يعني أن أكثر من خُمس المرئية تغطيه النباتات، بينما المساحات المتبقية فيغطيها العمران بنسبة 47%، والمساحات غير المعمورة في جنوب وجنوب غرب المرئية بنسبة 28.5%، والنسبة المتبقية للطرق التي لاينتشر فيها غطاء نباتي.

3) تفسير المركب اللوني لمزارع الصليبية:

تظهر الخريطة شكل (5) المركب اللوني للمرئية التي تغطي جز ءاً من مزارع الصليبية التي تقع إلى الغرب من مدينة الكويت، وهى أقرب المزارع للعمران الكويتي، وهى أقدم منطقة زراعية في الكويت حيث تتوفر فيها التربة الخصبة والمياه الجوفية التي تتسم بانخفاض نسبة الأملاح بها، وبذلك تصلح للزراعة، ويمكن توضيح ملامح التوزيع المكاني للغطاء النباتي على المركب اللوني على النحو التالي:

- تنتشر المزارع التي تعتمد على الري المحوري، والتي تظهر على شكل دائري، حيث تزرع الخضراوات لتغطية جزءٍ من الاستهلاك المحلي اليومي للسكان.
- يساعد توزيع النباتات على هذه المرئية في كيفية التعرف على الغطاء الن باتي في المرئيات الأخرى، وذلك بسبب سهولة التعرف على الغطاء النباتي دائري الشكل في درجات اللون الأحمر ومطابقة ذلك في توزيع نفس درجات اللون في المرئيات الأخرى، أي أن هذه المرئية تلعب دوراً مرجعياً بالنسبة للتعرف على التوزيع المكاني للغطاء النباتي على المرئيات الأخرى.

- يقتصر الغطاء النباتي في هذه المرئية على المزارع، إلى جانب مساحات صغيرة منتشرة لنباتات متفرقة على مساحات صغيرة لاتتعدى مساحة أمتار قليلة، وهى تلك الأعشاب والشجيرات المتفرقة.

4) تفسير المركب اللوني لمزارع الوفرة:

تظهر الخريطة شكل (6) مرئية المركـب اللوني لمزارع الوفرة في الكويت، وهى تعتبر ثانية كبرى مزرعة في الكويت بعد مزارع العبدلي التي تقع في شمال البلاد، وتمثل مزارع الوفرة مجموعة من قطع الأراضي التي تمتلكها بعض الأسر الكويتية، والتي تعتمد فيها على الأيدي العاملة الزراعية الوافدة، وتلعب مزارع ال وفرة دوراً كبيراً في توفير الخضراوات الطازجة للسوق المحلي، وتعتمد بشكل أساسي على المياه الجوفية في الري المنتظم، ويمكن تفسير ملامح التوزيع المكاني للغطاء النباتي على المركب اللوني على النحو التالي:

- تنتشر المزارع على هيئة قطع أراضٍ مربعة ومستطيلة بصورة منتظمة مما تشير إلى نمط الري السائد وهو الري عن طريق القنوات التي تمتد بين الحقول، وهو نمط نادر في المناطق الجافة وشبه الجافة، ويرجع ذلك إلى توفر المياه الجوفية في المنطقة.
- يتدرج اللون الأحمر الذي يشير إلى وجود الغطاء النباتي إلى أكثر من أربع فئات مما يدل على التنوع الكبير ليس فقط في نوع الزراعة، بل أيضاً إلى التنوع الزمني في استزراع الحقول، كما توجد بين الحقول مساحات خالية من الزراعات، وتغطي الحقول الزراعية على مساحة المرئية إلى 62% من مساحة المرئية والتي تمتد في الاتجاه شمال شرق إلى جنوب غرب، والنسبة المتبقية عبارة عن مساحات تغطيها الرمال، والحصى إلى جانب التجمع السكني لعمال الزراعة في شمال غرب المرئية.

5) تفسير المركب اللوني لمنطقة صحراوية:

تظهر الخريطة شكل (7) مرئية المركب اللوني لمنطقة صحراوية حول ثميلة الدعقة وثميلة تركي إلى الجنوب مباشرة من حقل برقان للنفط ، وهى عبارة عن منطقة صحراوية تنعدم فيها المزارع، وكذلك التواجد البشري، ولكن ينتشر فيها الغطاء النباتي الفصلية وبعض الشجيرات المعمرة، ويمكن تفسير مكونات المركب اللوني على النحو التالي:

- تظهر الشجيرات المعمرة على هيئة نقاط باللون الأحمر الداكن ومتجمعة أحياناً ، والتي تتراوح نسبتها إلى 7.6% من مجموع مساحة المرئية، بينما تنتشر بعض العشب الفصلية التي ظهرت بعد موسم سقوط الأمطار الغزيرة التي لم تشهدها الكويت منذ فترة زمنية طويلة، وانعكس ذلك على انتشار النباتات الفصلية التي تمتد في المنخفضات الطولية في غرب المرئية وفي مناطق متفرقة، وتصل نسبتها الى حوالي 23.4% من مساحة المرئية.
- يظهر على المرئية مساحات كبيرة للسبخات الصحراوية التي تكونت بعد سقوط الأمطار نتيجة لوجود أسفلها طبقة من الحجر الجيري التي تمنع تسرب المياه إلى الباطن، مما ترتب عليه تكوين السبخات الملحية، وتنتشر في مساحة لاتقل عن 17% من مساحة المرئية.

والآن يطرح السؤال نفسه: هل هناك أثر للاختلاف المكاني على القدرة على التمييز بين النبات والتربة من خلال تطبيق المركب اللوني للمرئيات الفضائية ؟

والجدير بالذكر قبل الإجابة على التساؤل توضيح المبرر لاختيار عناصر المركب اللوني الذي يتكون من المجالات الطيفية الرابع، والثالث، والثاني، وهو الاستفادة من الدراسات السابقة[1] التي أكدت أن هذه المجالات الثلاثة هى أفضل المجالات الطيفية التي يمكن أن تُستخدم في دراسات تطبيقية حول الغطاء النباتي، وذلك بسبب خصائص الموجات الطيفية فيها، والتي يمكن توضيحها على النحو التالي:

---

1) حسن حلمي خاروف، 1994، الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات الفضائية، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر والمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، دمشق، ترجمة عربية لكتاب ليلساند و كيفر Thomas M. Lillesand and Ralph W. Kiefer, 1987, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons, Inc.

هذا إلى جانب دراسات أخرى مثل: Anderson et al, 1993 و Jackson R.D., 1984.

- المجال الطيفي الرابع الذي يحتل الموقع الطيفي "تحت الأحمر القريب Near Infra Red (NIR)"، حيث يفيد في تحديد أنواع الغطاء النباتي ونشاطه ومحتواه، وتمييزه من الكتلة الحيوية، وتحديد الكتل المائية، وتمييز رطوبة التربة . لذلك عند استخدام هذا المجال الطيفي فانه يظهر النباتات باللون الأحمر بدرجات متفاوتة تسهم في التمييز بين الأنواع المختلفة ودرجة صحتها وغير ذلك، كما اتضح ذلك في النماذج سابقة الذكر، واتضحت أيضاً إمكانية التمييز بين التربة الجافة والرطبة.
- المجال الطيفي الثالث الذي يحتل الموقع الطيفي "الأحمر المرئي Visible Red"، حيث يساعد أيضاً في التمييز بين الأنواع النباتية، وفي تحديد المعالم الحضارية.
- المجال الطيفي الثاني الذي يحتل الموقع الطيفي "الأخضر Green"، فقد صمم لقياس ذروة انعكاسية اللون الأخضر للغطاء النباتي، وتقدير نشاطه، إلى جانب التعرف على المعالم الحضارية.

ويمكن تحديد ملامح أثر الاختلاف المكاني على القدرة على التمييز بين النبات والتربة من خلال المركب اللوني في الجوانب التالية:

- المناطق الزراعية التي تسود فيها الزراعة المنتظمة مثل مزارع الوفرة ومزارع الصليبية، لم يحتج المركب اللوني إلى عمليات تحسين Image Enhancement إضافية، حيث جاءت المرئيتان شكل (5،6) واضحتين من حيث الامتداد الشكلي للحقول الزراعية الدائرية منها كما في شكل (5)، والمربعة والمستطيلة كما في شكل (6)، هذا إلى جانب التدرج اللوني للون الأحمر الذي يميز انتشار الغطاء النباتي والذي يمكن أن يسهم في التمييز بين أنوع نباتية مختلفة وكذلك العُمر الزراعي للنبات.
- تختلف إمكانية التمييز بين النبات والتربة على المركب اللوني بالنسبة للمنطقة الصحراوية شكل (7)، وذلك بسبب انخفاض كثافة النبات من ناحية، وكذلك ارتفاع الانعكاس الطيفي للتربة الجيرية والرملية التي تسود في المنطقة عن الانعكاس الطيفي للنبات من ناحية أخرى، ولذلك تم استخدام طريقة بسط Stretching قيّم البصمة الطيفية بين حديها الأدنى والأقصى minimum and maximum value بحيث

تحقق الاختلافات المكانية بين الانعكاسات الطيفية للظاهرات الجغرافية التي تحتويها المرئية، هذا إلى جانب عمليات السطوع Brightness وإبراز الفروق Contrast ، وعليه أمكن بالفعل إبراز النباتات على هيئة تجمعات لونية حمراء لتمثل الشجيرات الدائمة، وبعض العشب الفصلية.

- تختلف عملية التمييز بين النبات والتربة على المركب اللو ني لجزيرة فيلكا شكل (3) عن المرئيات التي تغطي المناطق الزراعية سالفة الذكر، فلم يسهم المركب اللوني في التمييز بين النبات والتربة دون إجراء عملية تحسين إضافية أمكن من خلالها إبراز المساحات التي تغطيها النباتات باللون الأحمر بدرجاته التي تظهر على شكل (3)، فقد تم إجراء تجربة لطرق التحسين المختلفة لتوضيح أفضلها، وتبين أن أفضلها طريقة البسط على أساس الانحراف المعياري Standard Deviation Stretch، والتي تعتمد على تحديد رقم يمثل القيمة المعيارية بالنسبة للقيم والتي تتوسط أكثر من 95% من قيم بيانات المرئية، والتي يمكن التعرف عليها من خلال مراقبة القيمة التي تتوسط شكل المنحنى للانعكاسات الطيفية والذي يظهر على شكل جرس Bell curve، وقد تم اختيار رقم 4.00 ليمثل القيمة المعيارية، وعليه يتم إعادة توزيع القيّم بحيث تقع القيّم الأقل من 4.00 في الحيز الذي يظهر الفوارق بصورة أعلى Higher contrast والقيم التي تزيد عن 4.00 في الحيز الذي يظهر الفوارق بصورة أقل less contrast، وعليه حصلنا على النتيجة التي تظهر في شكل (3) حيث أصبح من الإمكان التمييز بين الغطاء النباتي والتربة بشكل أفضل، بل وأيضاً تحديد درجات متفاوتة في التدرج اللوني لتوز يع الغطاء النباتي. ويعود السبب وراء التأثير المكاني على عدم وضوح الغطاء النباتي في المرئية قبل تطبيق طريقة بسط الانحراف المعياري إلى تأثير الرطوبة من المسطحات البحرية التي تحيط الجزيرة، حيث ترتب عليها وجود نوع من الضباب وقطرات الندى على الغطاء النباتي، وخاصة وأن وقت الاستشعار كان الساعة التاسعة والدقيقة الثالثة

عشر صباحاً[1]، وعليه يمكن التأكيد على أن وجود قطرات الندى والضباب على الغطاء النباتي على الجزيرة وقت الاستشعار وكذلك الرطوبة التي تكتسبها المسطحات الرملية الناعمة التي تمتد على سواحل الجزيرة ساهمت أيض اً في عدم وضوح للمرئية في حالة تطبيق المركب اللوني للمجالات الطيفية الرابع والثالث والثاني.

- اختلفت المرئية شكل (4) التي تغطي منطقة السالمية الساحلية عن المرئيات الأخرى من حيث اعتمادها على المركب اللوني في التمييز بين النبات والتربة، وذلك للتنوع الكبير في طبيعة مكونات المرئية، حيث تحتوي على مسطحات مائية كبيرة، وغطاء نباتي متنوع من حيث التوزيع المكاني ونمط التوزيع، فهناك الحدائق العامة والحدائق الملحقة بالقصور والبيوت، والحدائق الشريطية على الساحل وفي الطرق الرئيسية، هذا إلى جانب وجود الظاهرات العمرانية المختلفة مثل المباني والمنشآت المتباينة من حيث الشكل ونوع المادة التي تدخل في البناء وغيرها، وأيضاً وجود مساحات خالية في الجنوب والجنوب الغربي من المرئية والتي تغطيها تربة رملية رطبة. وقد لعب التنوع الكبير الذي تحتويه المرئية دوراً كبيراً في القدرة على التمييز بين النبات والتربة من خلال تطبيق المركب اللوني المذكور سالفاً، لذلك كان من الضروري إجراء تجربة لطرق تحسين المرئية المختلفة للوقوف عند أفضلها، وقد تم في هذه الحالة الاعتماد على طريقة التقسيم النطاقي Level Slice Stretch، والتي يتم فيها توزيع قيّم المرئية إلى أقسام على مستويات مختلفة تتفق مع طبيعة الانعكاس الطيفي للظاهرات التي تحتويها المرئية لكي يسهل التمييز بين النبات والتربة والمسطحات المائية وغيرها، فمن المعروف أن لكل ظاهرة مستوى معيناً من الانعكاس الطيفي، وتلى ذلك أيضاً تطبيق طريقة بسط البصمة الطيفية بحد يها الأدنى والأعلى Minimum-maximum Stretch وذلك للمساهمة في زيادة تركيز وضوح الفوارق المكانية بين الظاهرات المختلفة، بحيث تظهر منحنيات البصمة

[1] تم التعرف على الوقت بدقة من خلال المعلومات الوصفية المرفقة بالمرئية الأصلية، والتي يتحدد فيها، مسار القمر الصناعي، ورقم المرئية، ووقت وتاريخ الاستشعار، وحالة الطقس ... الخ.

الطيفية Lookup table على شكل مدرج منتظم . وعليه تم الحصول على النتيجة في شكل (4) والتي يتبين منها إمكانية التمييز بين الغطاء النباتي بأنماط توزيعه المختلفة.

- وخلاصة القول أن هناك تأثيراً واضحاً للاختلاف المكاني على إمكانية التمييز بين النبات والتربة على النماذج الخمسة في حالة تطبيق المركب اللوني، ومن أهم عوامل التأثير هى الرطوبة، والضباب، ونوع التربة، ودرجة بلل التربة، وكذلك التنوع الكبير بين الظاهرات الجغرافية التي تحتويها المرئية والتي يترتب عليها التفاوت الكبير في أنماط الانعكاسات الطيفية.

ثانياً: التحليل الكارتوجرافي لنتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل (NDVI):

يعتمد مؤشر دليل النبات المعدّل على نسبة مادة الك لوروفيل (المادة الخضراء) التي تميّز النبات عن غيره في المحيط البيئي، حيث كلما ارتفعت نسبة الكلوروفيل في النبات كلما زادت درجة الانعكاس الطيفي للأشعة تحت الحمراء القريبة، والتي بدورها تسهم في إمكانية تحديد الغطاء النباتي حيث يتم استبعاد نسبة الانعكاس الطيفي من التربة، وعليه تظهر المساحات التي تغطيها النباتات باللون الفاتح؛ فكلما زادت نسبة الكلوروفيل في النبات كلما اقتربت من اللون الأبيض، وعليه فان اللون الرمادي Grey color بدرجاته المختلفة تحدد المساحات التي تخلو من النباتات أو بها نباتات قليلة؛ فكلما قل الغطاء النباتي كلما زادت درجة اللون الرمادي حتى تقترب من اللون الأسود للتربة الجرداء تماماً.

ويمكن إجراء التحليل الكارتوجرافي لنتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل والوقوف عند مدى مساهمته في التمييز بين النبات والتربة في النماذج التطبيقية الخمسة على النحو التالي:

1) **تحليل نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل على مزارع الصليبية والوفرة:**

تتشابه نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل في المرئيتين شكل (8،9) لكلٍ من مزارع الصليبية ومزارع الوفرة، ويكمن التشابه في سهولة التمييز بين المناطق الزراعية وبين المناطق المجاورة التي يسود فيها تأثير الانعكاس الطيفي للتربة عن تأثير الانعكاس الطيفي للنبات، سواء بسبب ندرة الغطاء النباتي والذي يقل عن 30% من مجموع مساحة الوحدة المساحية Pixel على المرئية والتي تصل أبعادها إلى 30x30متر، أو بسبب طبيعة النبات الصحراوي الذي تقل فيه نسبة مادة الكلوروفيل الخضراء.

وكما يظهر على الشكلين (8،9) نلاحظ أن شكل الحقول الزراعية تبدو باللون الفاتح بدرجات متفاوتة، حسب نسبة مادة الكلوروفيل في النبات كما سبقت الإشارة إليه، وكارتوجرافياً نجد أن حدود الحقول الزراعية لاتظهر على شكل خط انسيابي، حيث تظهر حافات الوحدات المساحية Pixels، لذلك تحتاج إلى عمليات زيادة الوضوح Sharpening وتحقيق الانسيابية على المرئية Smoothing.

وعلى أساس نتيجة مؤشر دليل النبات المعدّل يمكن تصنيف مكاني للمنطقة التي تغطيها المرئيتان في مرحلتين وتحديد مدى قدرة التمييز بين النبات والتربة عليهما، فالمرحلة الأولى تكمن في تصنيف المرئيتين على نمطين؛ أولهما: تصنيف المرئيتين إلى فئتين هما مساحات تغطيها النباتات ومساحات لاتغطيها النباتات Vegetative and non-vegetative Areas كما في شكل (10،11)؛ وثانيهما: تصنيف المرئيتين إلى خمس فئات مختلفة لمعرفة إمكانية تمييز أدق بين النبات والتربة بصورة أكثر دقة، أو محاولة الحصول على قدرة أعلى في التمييز بين النبات والتربة كما في شكل (12،13).

ويمكن استخلاص نتائج التصنيف على النحو التالي:

- من السهل التمييز بين النبات والتربة في المناطق التي تسود فيها المزارع المنتظ مة، وذلك بسبب الشكل الهندسي للمزارع من ناحية، ومن ناحية أخرى بسبب كثافة النبات التي ترتفع عن كل المناطق المحيطة، مما يحقق انعكاساً طيفياً كبيراً.
- في حالة مزرعة الوفرة مازالت هناك مناطق تتداخل فيها درجة اللون الرمادي والتي تجعلها أقرب إلى تصنيفها كتربة، وخاصة وإن الانعكاس الطيفي فيها لايختلف

كثيراً عن المناطق الجرداء والخالية من النباتات، وذلك بسبب انتشار النباتات التي تنخفض فيها نسبة مادة الكلوروفيل الخضراء، مما يجعلها تبدو وكأنها تربة جرداء.

- تتداخل حدود الحقول الزراعية في مزارع الوفرة، وخاصة في الجزء الجنو بي الغربي منها، مما لايساعد في التمييز الكارتوجرافي فيما بينها، وهذا يرجع إلى ضعف خطوط الحدود بين الحقول، وكذلك وجود نباتات عشوائية في هذه المنطقة تسهم في اتساع نطاق الانعكاس الطيفي وتطغى على التربة في هذه المناطق؛ أي أن مؤشر دليل النبات لم يكن موفقاً بصورة مطلقة للتمييز بين النبات والتربة، ويحتاج إلى عمليات مسح ميداني لتحديد الفواصل بين النبات والتربة.
- في حالة مزارع الصليبية لم يوفق مؤشر النبات المعدّل في التمييز بصورة مطلقة بين النبات والتربة في المناطق خارج نطاق الحقول الزراعية؛ ففي شمال شرق المرئية تظهر مساحة عمرانية والتي ظهرت عليها خطوط تقسيم الأراضي باللون الفاتح بنفس درجة النبات، علما بأن هذه المنطقة تقتصر فيها النباتات على مساحة صغيرة تقع في الوسط، مما يدل على تداخل في درجة الانعكاس الطيفي بين النبات وغير النبات.
- في الشكلين (10،11) تظهر المساحات الرباتية أكثر من الواقع في الطبيعة فبعد المسح الميداني تبين أن المنطقة التي يغطيها النبات على المرئية هى مجرد مساحات تربة رطبة من الأمطار وقد بدأ ظهور بعض الأعشاب الجديدة التي تغطيها بشكل جزئي.
- بمقارنة الشكلين (10،11) مع (12،13) يتبين أن مساحة النباتات التي تظهر على الشكلين (10،11) قد تم تصنيفها إلى مجموعتين نباتيتين مختلفتين حسب نسبة مادة الكلوروفيل فيها، أما مساحات التربة فقد تم تصنيفها إلى ثلاث فئات حسب طبيعة التربة ودرجة الانعكاس الطيفي لها، أي أن التصنيف الفرعي للتربة يكون أكثر من التصنيف الفرعي للنبات على نفس المرئية حالة تثبيت المتغيرات جميعها، والسبب في ذلك هو وجود تفاوت واضح بين أنواع التربة بصورة أكثر من التفاوت بين النباتات، فإذا كان التفاوت بين النباتات يعتمد على نسبة مادة

الكلوروفيل الخضراء فقط، فان التفاوت في التربة يعتمد على عدة عوامل تتعلق بالتركيب الكيميائي والمعدني للتربة، بالإضافة إلى نوعها الطبيعي، فكلما تفاوتت المعادن التركيبية في التربة كلما حصلنا على إمكانية تمييز أكبر.

- بمقارنة المرئية شكل (12) مع (13) نجد أن هناك اختلافاً كبيراً من حيث عدم مطابقة الفئات التصنيفية معاً من حيث النوع، فالفئة الثالثة التي تمثل على شكل (12) عشب صحراوية تقابل على شكل (13) تربة جرداء مثل المناطق التي تقع إلى الجنوب الشرقي من مزارع الوفرة، حيث تنعدم فيها النباتات، بالرغم من ذلك تظهر وكأنها عبارة عن مساحات تغطيها العشب الصحراوية، وهذا يشير إلى وجود أثر كبير للاختلاف المكاني بين المرئيتين، وهذا يرجع إلى نوع التربة.
- بمقارنة المرئية شكل (12) مع (13) نجد أن المساحات التي تغطيها العشب الصحراوية تتداخل في المزارع بصورة واضحة في شكل (13) وتقل في شكل (12)، وهذا يرجع للعوامل المكانية المرتبطة بنمط الري في المنطقيتين؛ ففي مزارع الوفرة شكل (13) يسود نظام الري عن طريق قنوات ري، مما يساعد في تسرب المياه إلى خارج الحقول الزراعية، ويترتب عليه وجود إنبات عشوائي خارج حدود الحقول على هيئة عشب وشجيرات لاتتفق في الخصائص الكيمائية مع النباتات التي تحتويها الحقول. أما مزارع الصليبية فيسو د فيها نمط الري المحوري بالرش، والذي يظهر أثره على شكل الحقول الدائرية، كما إن طريقة الرش المحوري تعتبر طريقة اقتصادية تقلل من تسرب المياه خارج حدود الحقول الزراعية، وعليه تندر النباتات العشوائية والعشب خارج الحقول الزراعية، وهذا يشير أيضاً إلى وجود أثر للاختلاف المكاني في التمييز بين النبات والتربة في الحالتين.

2) تحليل نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل على مرئية جزيرة فيلكا:

تختلف نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات على جزيرة فيلكا شكل (14) عن المرئيتين اللتين تغطيان مزارع الوفرة ومزارع الصليبية شكل (8،9) وذلك بسبب تأثير عدة عوامل مكانية على القدرة على التمييز بين النبات والتربة، كما سبقت الإشارة إليها،

ومن أهمها نسبة الضباب وقت الاستشعار، وارتفاع نسبة الرطوبة في الهواء، ووجود قطرات من الندى على الغطاء النباتي، كل ذلك قد ساهم في تضليل قدرة التمييز للنباتات على مرئيات المركب اللوني التي سبق شرحها، ولكن مؤشر دليل النبات يتعامل مع مادة الكوروفيل، ويستبعد تأثير الماء المتواجد على أوراق النباتات لذلك فقد ظهرت المساحات باللون الفاتح والتي – حسب أسلوب تصنيف مؤشر النبات – تعتبر مساحات نباتية بصورة أكبر انتشاراً من تلك ا لمساحات التي تنتشر باللون الأحمر على مرئية المركب اللوني، مما يدل على قدرة مؤشر دليل النبات على التمييز بين النبات والتربة بصورة اكبر من المركب اللوني. ويمكن توضيح ملامح القدرة على التمييز بين النبات والتربة من خلال تطبيق مؤشر النبات المعدّل على جزيرة فيلكا على النحو التالي:

- يلاحظ أنه قد تم عمل مستقطع Subset من المرئية شكل (3) لاستبعاد المسطحات البحرية التي تحيط بالجزيرة، لكي لاتدخل في نطاق التحليل المكاني لمحتويات المرئية، وعليه تم تطبيق مؤشر دليل النبات على المساحات اليابسة من الجزيرة كما في شكل (14).
- يلاحظ على شكل (14) نتيجة تطبيق المؤشر في أن المساحات التي تغطيها النباتات – حسب خصائص الانعكاس الطيفي للنبات كنتيجة للمؤشر– تتركز على السواحل الشمالية والغربية باستثناء بعض المساحات الشريطية التي تمتد في وسط الجزيرة في اتجاهات مختلفة طبقاً لنوع الامتداد لل منحدرات الطبوغرافية بين الهضاب الرملية المختلفة.
- تتدرج درجات اللون الرمادي على شكل (14) بصورة أكثر من تلك التي ظهرت على المرئيات لمزارع الوفرة ومزارع الصليبية شكل (12،13)، مما يعني أن التربة في الجزيرة تتسم بوجود تركيب معدني يختلف كثيراً في عناصره عن تلك المناطق الداخلية، وربما يرجع ذلك لوجود الطبقات الرملية الناعمة المعروفة بالارسابات البحرية، والتي تحتوي على عناصر معدنية مختلفة، كما يوجد أثر

واضح للرطوبة على المسطحات الرملية، وخاصة بعد تساقط الأمطار، والتي تظهر باللون الداكن.

- بمقارنة الشكلين (15،16) نجد أن التصنيف المكاني للتمييز بين النبات والتربة في شكل (16) أقرب إلى الواقع من شكل (15)، فالفئة الثالثة والتي تظهر في شكل (15) وكأنها تربة، تظهر على شكل (16) أكثر تحديداً فهى عبارة عن عشب متفرقة في أنحاء الجزيرة ولكنها تختفي في شكل (15) تماماً، كما أن هذه الفئة التصنيفية من حيث الانعكاس الطيفي تظهر على مرئية المزارع عبارة عن تربة رطبة، وهذا يؤكد وجود أثر للاختلاف المكاني بين مرئية جزيرة فيلكا وبين مرئيات المزارع سالفة الذكر.

3) تحليل نتيجة تطبيق مؤشر النبات المعدّل على مرئية منطقة السالمية:

تحتوي مرئية منطقة السالمية شكل (17) على مظاهر تختلف في طبيعتها عن تلك التي سبقت الإشارة إليها، وخاصة وأن التركيب المكاني للاستخدامات الأراضي في هذه الحالة يحتوي على مساحات عمرانية، ومساحات خضراء منتظمة متمثلة في الحدائق، والمساحات الخضراء الشريطية على الطرق، وشبكة الطرق ال رئيسية، وكذلك بعض المساحات غير المعمورة حتى تاريخ استشعار المرئية، هذا إلى جانب وجود المسطحات المائية باعتبارها منطقة ساحلية، ولذلك تم اختيارها لتمثل جانباً للمقارنة النوعية مع المرئيات الأخرى، وتحديد مدى تأثير الاختلاف المكاني في التمييز بين النبات والتربة ويمكن توضيح ملامح تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل على المرئية على النحو التالي:

- يلاحظ أنه تم استقطاع Subset المساحة اليابسة من المرئية (شكل 4)، كما أُتبع في مرئية جزيرة فيلكا، بهدف استبعاد تأثير المسطحات المائية على مجموعات التصنيف المكانية، وعليه حصلنا على المرئية شكل (17) بعد تطبيق مؤشر دليل النبات.
- تظهر المساحات التي تغطيها النباتات على شكل (17) باللون الرمادي الفاتح والذي يصل إلى درجة اللون الأبيض بسبب ارتفاع نسبة الكلوروفيل في النباتات

باعتبارها نباتات تغطي الحدائق والمتنزهات والتي تحظى برعاية خاصة، كما أنها في معظمها أشجار دائمة، ومساحات عشب أخضر كثيف، ويؤكد هذا الاستنتاج حديقة السالمية عند تقاطع دائرة عرض َ20ْ29 ش مع خط طول َ4ْ48ق، وحدائق قصر بيان الذي يقع على دائرة عرض َ18ْ29ش مع خط طول َ1 ْ48ق. إلى جانب المنتزهات الساحلية.

- بمقارنة شكل (18) وهو التصنيف المكاني للمرئية إلى مجموعتين هما: مساحات تغطيها نباتات ومساحات لاتغطيها نباتات، مع شكل (17) نجد أن شكل (18) يظهر مساحات في جنوب شرق المرئية ضمن فئة مساحات تغطيها نباتات بالرغم من أنها عبارة عن منطقة خالية من نباتات وتغطيها طبقات ملحية بسبب ارتفاع منسوب المياه الجوفية فيها، والتي تشكل مستنقعاً، وهذا يؤكد وجود أثر للاختلاف المكاني في التمييز بين النبات والتربة باستخدام مؤشر دليل النبات.
- يظهر شكل (19) واقعية أكثر من حيث الغطاء النباتي، حيث تمثل الفئتان النباتيتان مساحات تغطيها النباتات بالفعل، والتي تتفاوت بين أشجار دائمة وبين عشب كثيف.

4) تحليل نتيجة تطبيق مؤشر النبات المعدّل على مرئية المنطقة الصحراوية:

نلاحظ أن المرئية التي تغطي منطقة صحراوية قد تم اختيارها بحيث تخلو من المزارع، ومن العمران، وتمثل منطقة صحراوية تتسم بالنبات الفقير الذي يقتصر على الشجيرات الصحراوية والعشب المتفرقة، وذلك بهدف توضيح مدى تأثير الاختلاف المكاني على إمكانية التمييز بين النبات والتربة من خلال المركب اللوني، وكذلك مؤشر دليل النبات، وقد تبين أن المركب اللوني احتاج إلى عمليات تحسين خاصة لكي نتمكن من توضيح المناطق التي تنتشر في ها الشجيرات الصحرواية، وذلك بسبب زيادة الانعكاس الطيفي للتربة عن النبات في الأراضي الصحراوية بناءً على انخفاض نسبة التغطية المساحية للنبات مقارنة بالتربة والتي تقل عن 30%.

والآن من خلال تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل يمكن استخلاص النتائج التالية:

- يظهر شكل (20) الغطاء النباتي باللون الرمادي الفاتح، والذي يصل في بعض الحالات إلى اللون الأبيض بسبب وجود شجيرات صحراوية تنتشر في الجزء الشمالي الغربي من المرئية، هذا إلى جانب بعض العشب الصحراوية التي تنتشر بصورة مؤقتة بعد سقوط الأمطار، والتي تبدو بوضوح متفرقة.
- يعتبر التصنيف المكاني للفئات على الشكلين (21، 22) يغطيان جانباً مهما من إبراز الغطاء النباتي الفقير في المنطقة التي تغطيها المرئية، فبالرغم من ندرة الغطاء النباتي إلا أن مؤشر دليل النبات قد أسهم في التمييز بين النبات والتربة مقارنة بالمركب اللوني.

ثالثاً: التحليل الكمي Quantitative Analysis
لنتائج تطبيق مؤشر دليل النبات
ودوره في تحديد أثر الاختلاف المكاني في التمييز بين النبات والتربة

يعتمد التحليل الكمي على الخصائص الطيفية لكل من النبات والتربة للفئات التصنيفية التي تم استنتاجها من تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل في الفقرة السابقة، وذلك بسبب أهمية القياسات الكمية التي يمكن من خلالها إبراز مدى وجود أثر للاختلاف المكاني في التمييز بين النبات والتربة ومقارنة نتيجة القياسات مع النتائج التي تم التوصل إليها في حالة تطبيق المركب اللوني وتطبيق مؤشر دليل الرياح.

ويأخذ التحليل الكمي للقياسات الطيفية اتجاهين؛ أولهما : قياس الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية الخمس للنباتات والتربة وذلك في النطاقات الطيفية الرابع والثالث والثاني التي طبقت في مؤشر دليل النبات وفي المركب اللوني . وثانيهما: رسم البصمة الطيفية لكل من الفئات التصنيفية الخمس في النطاقات الطيفية 2،3،4.

فالتمثيل البياني لقياسات الانعكاسات الطيفية سوف يسهم في إمكانية التمييز بين النبات والتربة، وتحديد نقاط التداخل فيما بينما بدقة فهناك عدة قواعد مستخلصة من

الدراسات السابقة[1] يمكن الاعتماد عليها في هذا المجال، والوقوف عند مدى مطابقتها مع مناطق الدراسة للبحث الحالي، والتي يمكن توضيحها على النحو التالي:

- إذا تقاطع منحنى النطاق 4 مع النطاق 3 فان الفئة التي تقابل التقاطع هى فئة فقيرة في كثافة الغطاء النباتي.
- هناك علاقة طردية بين اتساع الفارق بين منحنى النطاق 4 والنطاق 3 مع كثافة النبات؛ أي أن الفئات التي تقابل أكبر اتساع للفرق بين المنحنيين هى أكثر المناطق في كثافة الغطاء النباتي، والعكس حيث تقل كثافة النبات مع صغر الاتساع بين المنحنيين.
- إذا امتد المنحنى للنطاق 3 أعلى من المنحنى للنطاق 4 دل ذلك على فقر النبات، وارتفاع تأثير الانعكاس الطيفي للتربة.
- كلما زاد تعرج المنحنيين كلما دل ذلك على زيادة التباين بين الفئات التصنيفية من حيث درجة كثافة النبات أو درجة تأثير التربة.

وفي حالة التمثيل البياني لرسم البصمة الطيفية للفئات التصنيفية الخمس، فانه يمكن استنتاج درجة التباين في سلوكها الانعكاسي على أساس القواعد التالية:

- هناك علاقة طردية بين قيمة الانعكاس الطيفي وبين زيادة انكشاف التربة؛ أي كلما أصبحت التربة جرداء من النباتات كلما ارتفعت قيمة الانعكاسات الطيفية.
- هناك علاقة عكسية بين قيمة الانعكاس الطيفي وبين كثافة النبات.
- هناك علاقة إيجابية بين قيمة البصمة الانعكاسية للنبات وبين قيمة الانعكاس في النطاق 4.
- هناك علاقة سلبية بين كثافة النبات وبين قيمة البصمة الانعكاسية في النطاق 3.

ولغرض تحقيق التحليل الكمي للخصائص الطيفية لكل من النبات والتربة بهدف التمييز فيما بينهما من ناحية، و من ناحية أخرى بهدف الوقوف عند مدى وجود أثر للاختلاف المكاني في القدرة على التمييز بينهما، لذلك تم بعد اتباع أسلوب تطبيقي

---

[1] منها: دراسة ، جاكسون Jackson, 1984، ودراسة هيوت Heute, 1988، ودراسة أندرسون وآخرون Anderson et al, 1993، ودراسة سعد الغامدي 1996.

واضح، فبعد إجراء التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification لنتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل، تم إجراء قياس قيم الانعكاسات الطيفية Spectral Values لكل فئة تصنيفية من الفئات الخمس في المجالات الطيفية الثلاثة النطاقات 2،3،4 من مركب مرئيات لاندسات التي اعتمدت عليها الدراسة، ويلي ذلك التمثيل البياني للانعكاسات الطيفية لتوضيح الخصائص الطيفية للفئات التصنيفية، وكذلك الرسم البياني للبصرمة الطيفية للفئات.

ويمكن توضيح جوانب التحليل الكمي على النحو التالي:

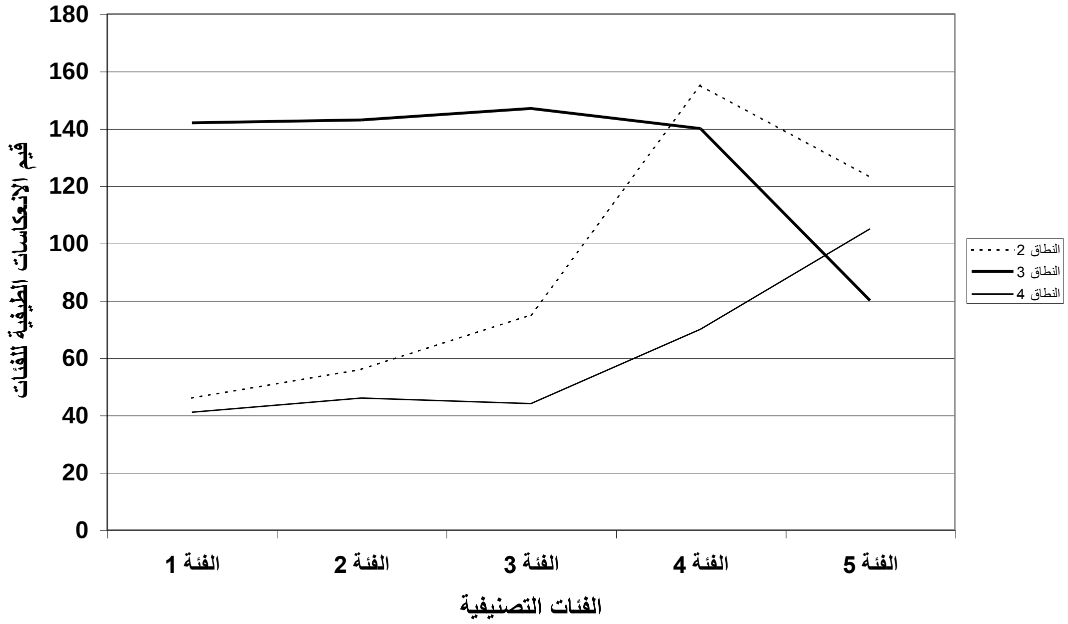
1) التحليل الكمي للخصائص الطيفية على نموذج جزيرة فيلكا:

الجدول (1) يوضح القياسات المختلفة للانعكاسات الطيفية، حيث يلاحظ أن قيم النطاق الثالث أعلى بكثير من النطاق الرابع والنطاق الثاني، مما يشير إلى وجود تأثير كبير للانعكاسات الطيفية للتربة والتي تظهر في النطاق الأحمر المرئي Visible Red بصورة أكبر من غيرها، مما يدل على أن التربة الجرداء تسود على المنطقة عن التربة المغطاة بالنبات بصورة إجمالية بالنسبة للمرئية التي تغطي جزيرة فيلكا.

جدول (1): قيم الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية في جزيرة فيلكا

النطاق الطيفي	الفئة (1)	الفئة (2)	الفئة (3)	الفئة (4)	الفئة (5)
النطاق 2	46	56	75	155	123
النطاق 3	142	143	147	140	80
النطاق 4	41	46	44	70	105

المصدر: مستخلص من نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل

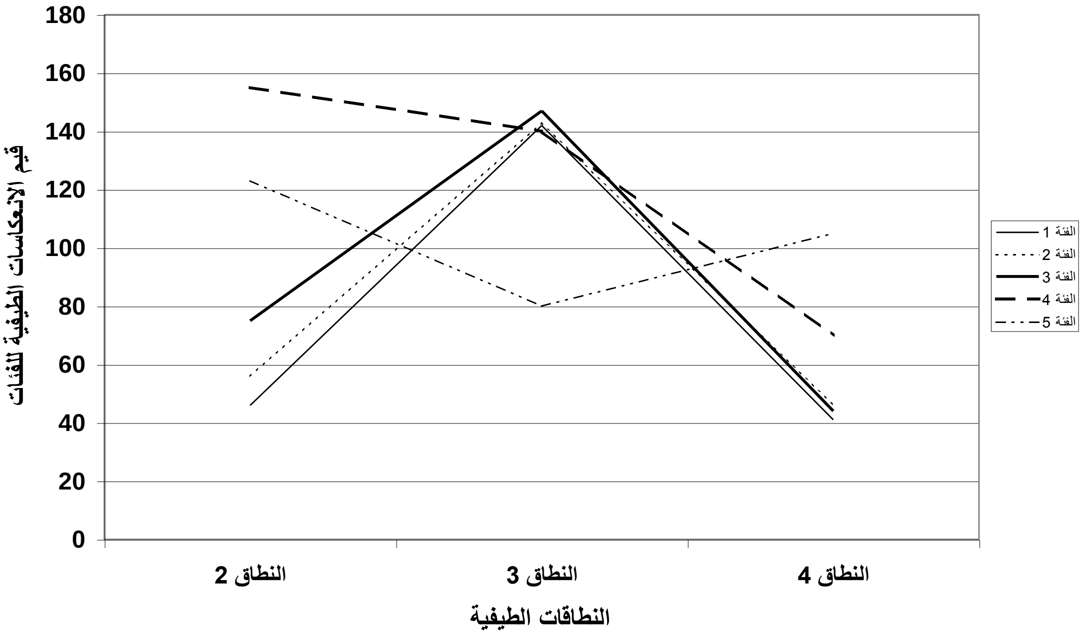


شكل (23): التمثيل البياني لقيم الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية
في النطاقات الطيفية 2،3،4 من مرئية الراسم الثيماتيكي لجزيرة فيلكا

وبملاحظة الرسم البياني شكل (23) يمكن استخلاص ملامح الخصائص الطيفية للفئات التصنيفية الخمس على النحو التالي:

- يمتد منحنى النطاق 3 أعلى من النطاق 4 مما يؤكد على أن مساحات التربة الجرداء في الجزيرة تسود على مساحة النباتات في معظم الفئات التصنيفية، إلا أن اتساع الفارق بين منحنى النطاق 3 ومنحنى النطاق 4 في الفئات 1،2،3 يؤكد على وجود بعض النباتات المنتشرة في تلك الفئات، لأنها لم تكن مناطق تربة جرداء بنسبة 100%، ولكن تتواجد نباتات وأشجار معمرة وشجيرات صحراوية تنتشر في هذه الفئات.
- تزيد درجة فقر الفئات التصنيفية الرابعة والخامسة إلى وجود نباتات، بسبب صغر الفارق بين المنحنيين.
- ينعدم وجود النبات في الفئة الخامسة تماماً حيث يتقاطع عندها المنحنيان.
- يمتد منحنى النطاق 2 في الفئات 1،2،3 بالقرب من منحنى النطاق الرابع مما يشير إلى صحة الاستنتاج بانتشار بعض النباتات في هذه الفئات والتي تبدأ في

الاختفاء في الفئة 4 وتختفي تماماً في الفئة 5 حيث يمتد المنحنى إلى أعلى منحنى النطاق الثالث.



شكل (24): البصمة الطيفية للفئات التصنيفية في النطاقات 2،3،4

من مرئية الراسم الثيماتيكي لجزيرة فيلكا

وبمراجعة الشكل البياني شكل (24) الذي يوضح ملامح البصمة الطيفية لكل الفئات التصنيفية في النطاقات الطيفية 2،3،4، بغرض تحديد درجة كثافة النبات في الفئات المختلفة، والتي يمكن توضيحها على النحو التالي:

- تتأكد العلاقة الطردية بين قيمة الانعكاس الطيفي ودرجة انكشاف التربة في الفئات المختلفة في النطاق 4، حيث تعتبر الفئة الخامسة هى أعلى الفئات التصنيفية من حيث قيمة الانعكاس الطيفي، لذلك فهى أقل الفئات احتواءً للنبات، وهذا يؤكد أيضاً الاستنتاج السابق، وتليها الفئة 4.
- يزيد درجة كثافة النبات بالتدريج في الفئات الأخرى حتى تصل إلى أعلاها في الفئة الأولى، والتي تحتل أقل بصمة طيفية.

- تتأكد العلاقة الإيجابية بين قيمة البصمة الانعكاسية للنبات وبين قيمة الانعكاس في النطاق 4.
- تتأكد العلاقة السلبية بين كثافة النبات وبين قيمة البصمة الانعكاسية في النطاق 3، باستثناء الفئة الخامسة التي تحتل أقل القيم في النطاق 3، بسبب طبيعة التربة التي تتشبع بالرطوبة، مما جعل القيمة أقل من غيرها.
- تتقارب درجة كثافة النبات في الفئات 3،2،1، وخاصة بين الفئتين 3،2 بشكل واضح حيث ينطبق تقريباً منحنى البصمة الطيفية فيهما معاً، مما يؤكد على وجود فترة إنبات للعشب أعقبت سقوط الأمطار، التي سبقت الإشارة إليها، وترتب عليها وجود غطاء نباتي في الفئة 3.

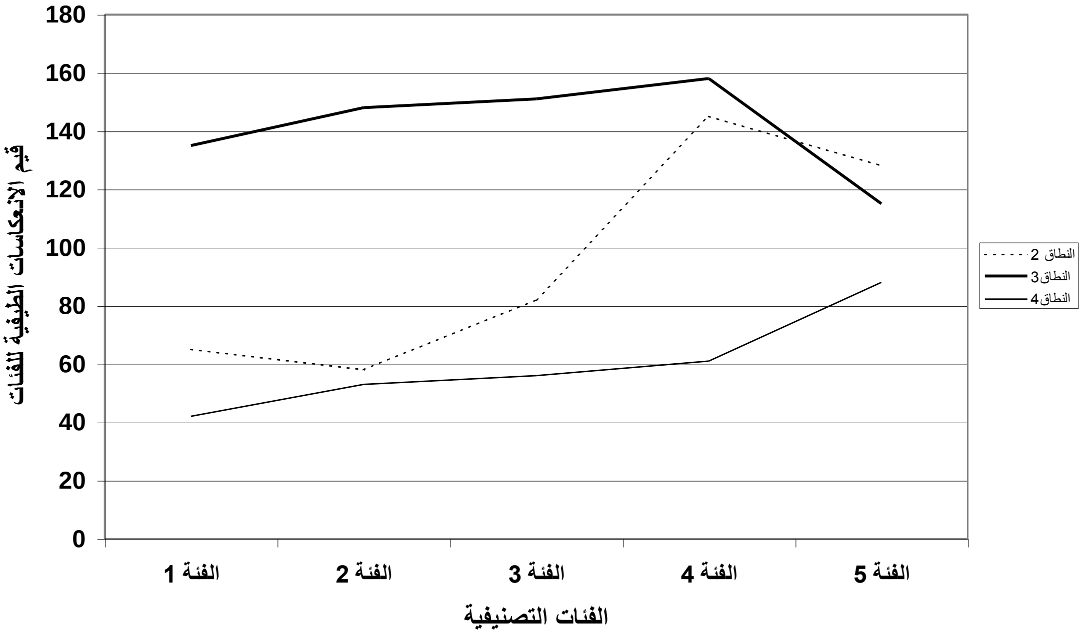
2) التحليل الكمي للخصائص الطيفية على نموذج منطقة السالمية:

الجدول (2) يوضح القياسات المختلفة للانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية المختلفة، والتي يلاحظ عليها تدني قيم الانعكاسات الطيفية في النطاق 4 بشكل واضح، مما يعكس انخفاضاً في مساحة النباتات بالنسبة لمساحة الاستخدامات الأخرى مثل الاستخدامات العمرانية، والطرق، والمساحات غير المعمورة، ومساحات المسطحات المائية باعتبارها منطقة ساحلية. كما يلاحظ ارتفاع قيم النطاق 3 والذي يشير إلى تأثير المنشآت العمرانية ووضوح القدرة على تمييزها في النطاق 3 ، والتي تتقارب في جميع الفئات مما يؤكد تشابه الانعكاس الطيفي للمنشآت العمرانية نظراً للتشابه الكيميائي لمواد البناء.

جدول (2): قيم الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية في منطقة السالمية

النطاق الطيفي	الفئة (1)	الفئة (2)	الفئة (3)	الفئة (4)	الفئة (5)
النطاق 2	46	56	75	155	123
النطاق 3	142	143	147	140	80
النطاق 4	41	46	44	70	105

المصدر: مستخلص من نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل



شكل (25): التمثيل البياني لقيم الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية في النطاقات الطيفية 2،3،4 من مرئية الراسم الثيماتيكي لمنطقة السالمية

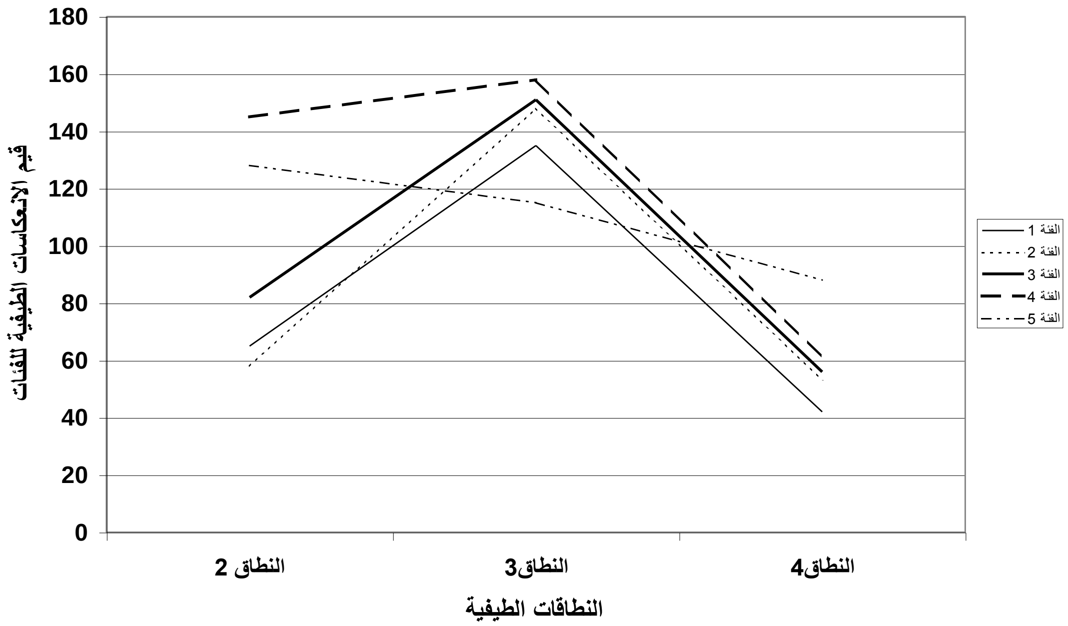
وبدراسة الرسم البياني شكل (25) يمكن توضيح خصائص الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية في النطاقات الطيفية 2،3،4 على النحو التالي:

- يتسع الفارق بين منحنى 3،4 في الفئات 1،2،3،4 مما يشير إلى التداخل الكبير بين الانعكاس الطيفي للنبات والاستخدامات الأخرى في هذه الفئات، ويتراجع التداخل في الفئتين 4،5.
- لايتقاطع منحنى النطاق 3 مع منحنى النطاق 4 ممايشير إلى عدم إمكانية استبعاد تأثير للانعكاس الطيفي الصادر من النباتات في جميع الفئات، علماً بأن المناطق العمرانية تتداخل فيها النباتات على هيئة زهور للزينة، وحدائق ملحقة بالمباني مما يترتب عليه وجود تداخل بين النبات والانعكاسات الطيفية الأولى ويعكس قلة القدرة على التمييز بين النبات والتربة في المناطق العمرانية.

- يمتد منحنى النطاق 2 بشكل مختلف تماماً عن منحنى النطاقين 3،4، حيث يقترب من منحنى النطاق 4 في الفئات 3،2 مما يشير إلى وجود تأثير للرطوبة والندى على انخفاض قيمة الانعكاس الطيفي لتلك الفئات في النطاق2 ؛ بينما تزداد قيمة الانعكاس الطيفي وتصل قمتها في الفئة 4 حيث تخلو إلى حدٍ كبيرٍ من الرطوبة، وهى عبارة عن مبانٍ مرتفعة.
- هناك علاقة عكسية بين قيمة الانعكاس الطيفي للفئات في النطاق 2 وبين نسبة الرطوبة وتأثير قطرات الندى والضباب الساحلي، والتي بالتأكيد تشير إلى تأثير الاختلاف المكاني على القدرة على التمييز بين النبات والتربة، أو النبات وغيره من استخدامات الأرض الأخرى.

وبدراسة الرسم البياني شكل (26) الذي يوضح البصمة الطيفية للفئات التصنيفية المختلفة، والتي يمكن تحليل خصائصها على النحو التالي:

- ترتفع قيم الانعكاسات الطيفية في النطاق 3 بشكل ملحوظ، مما يشير إلى زيادة المساحة التي تغطيها الاستخدامات الأخرى عن مساحة الغطاء النباتي.
- تتأكد العلاقة العكسية بين قيمة الانعكاس الطيفي للفئات في النطاق 4 وبين كثافة النبات، حيث تظهر بوضوح الفئة التصنيفية الأولى وهى النبات المتمثل في الحدائق والأشجار المعمرة على المنتزهات الساحلية بأقل قيمة في الانعكاس الطيفي، والعكس تماماً الفئة الخامسة التي تخلو من النباتات وهى عبارة عن مساحات غير معمورة وجرداء من النبات حيث تحتل أعلى قيمة انعكاسية.
- يؤكد منحنى الفئة الخامسة على خلو الفئة تماماً من النبات بسبب امتداده بشكل منحدر في النطاقات الطيفية الثلاثة، حيث تقل قيمة الانعكاس الطيفي للفئة في النطاقات الثلاثة بشكل متدرج، وتقل عن الفئة 4 في النطاق 2 وتقل عن جميع الفئات في النطاق 3، مما يؤكد العلاقة السلبية بين قيمة البصمة الانعكاسية لوجود نبات في الفئة 5 في النطاق 3.



شكل (26): البصمة الطيفية للفئات التصنيفية في النطاقات 4،3،2
للراسم الثيماتيكي من مرئية منطقة السالمية

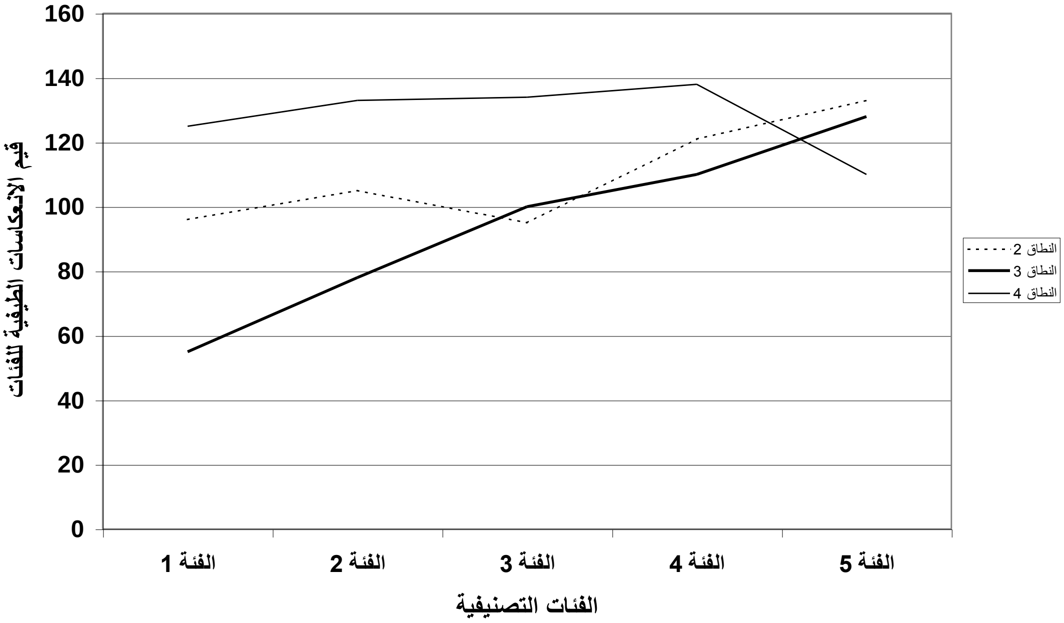
3) التحليل الكمي للخصائص الطيفية على نموذج مزارع الصليبية:

الجدول (3) يحتوي على قياسات الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية الخمس في النطاقات الطيفية 4،3،2 ، والتي يتضح فيها للوهلة الأولى ارتفاع قيم الانعكاسات الطيفية للفئات المختلفة في النطاق 4 على العكس تماماً من النماذج سابقة الذكر في جدول (1،2)، مما يشير إلى ارتفاع كثافة النبات في المنطقة مقارنة بالمناطق التي أشير إليها.

جدول (3): قيم الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية في مزارع الصليبية

الفئات الطيفية	الفئة (1)	الفئة (2)	الفئة (3)	الفئة (4)	الفئة (5)
النطاق 2	96	105	95	121	133
النطاق 3	55	78	100	110	128
النطاق 4	125	133	134	138	110

المصدر: مستخلص من نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل

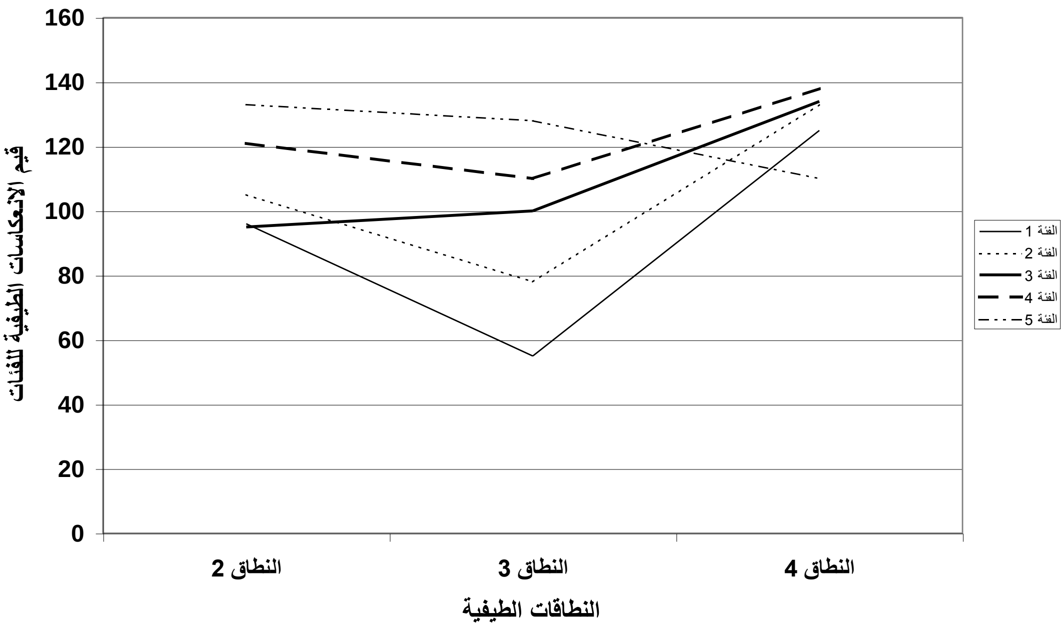


شكل (27): التمثيل البياني لقيم الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية
في النطاقات الطيفية 2،3،4 للراسم الثيماتيكي من مرئية مزارع الصليبية

وبدراسة الرسم البياني شكل (27) يمكن تحديد ملامح الخصائص الطيفية على النحو التالي:

- يظهر أن منحنى النطاق 4 يمتد إلى الأعلى من منحنى النطاق 3 مما يشير إلى أن كثافة النبات أعلى من المناطق سابقة الذكر، حيث تصل إلى أعلاها في الفئتين 2،1 بدليل اتساع الفارق بين المنحنيين، وتقل بشكل واضح في الفئات الأخرى.

- يلتقي منحنى النطاق 4 مع منحنى النطاق 3 في الفئة 5 ملميؤكد أن هذه الفئة تخلو تماماً من النبات، حيث يزيد الانعكاس الطيفي للتربة، مما يؤكد على انكشاف التربة في الفئة 5 تماماً.
- يمتد منحنى النطاق 2 مابين المنحنيين للنطاق 4،3 في الفئتين 1،2 مما يشير إلى وجود أثر للمياه على المساحات التي تغطيها الفئتان، سواء من الري المحوري أو من الأمطار أو من تأثير قطرات الندى والضباب المنخفض على الغطاء النباتي وقت الاستشعار.



شكل (28): البصمة الطيفية للفئات التصنيفية في النطاقات 4،3،2
للراسم الثيماتيكي من مرئية مزارع الصليبية

وبدراسة الرسم البياني شكل (28) يمكن بلورة خصائص البصمة الطيفية للفئات التصنيفية المختلفة على النحو التالي:

- ترتفع قيمة الانعكاس الطيفي للفئة 5 عن جميع الفئات الأخرى مما يشير انكشاف التربة وعدم وجود غطاء نباتي بها، وهذا مايؤكد الاستنتاج السابق.

- نلاحظ أن قيمة الانعكاس الطيفي للفئة 5 في النطاق 4 تتعارض تماماً مع القاعدة سابقة الذكر بأن هناك علاقة عكسية بين قيمة الانعكاس الطيفي وكثافة النبات، ويرجع السبب إلى أثر الاختلاف المكاني في القدرة على التمييز بين النبات والتربة في حيز النطاق 4 بالنسبة للفئة 5، التي تؤكد صحة انكشافها تماماً من الغطاء النباتي في حيز النطاق 2،3، ولكن تتضارب في حيز النطاق 4، مما يشير الى عدم ثبوت القاعدة المذكورة على جميع المناطق فقد تتضارب حسب التركيب الكيميائي للتربة والذي يكون قد ساهم في إعطاء قراءة انعكاس طيفي تتفق مع قيمة الانعكاس الطيفي للنبات الكثيف.
- تنطبق قيمة الانعكاس الطيفي للفئة 1،3 في حيز النطاق 2 مما يشير إلى أن التربة الرطبة التي تمتد حول الحقول الزراعية قد تعطي نفس قيمة الانعكاس الطيفي للنبات، ولذلك لايمكن الاعتماد على النطاق 2 فقط في التمييز بين النبات والتربة، ولكن بمقارنة قيم الانعكاس في أكثر من نطاق.

4) التحليل الكمي للخصائص الطيفية على نموذج مزارع الوفرة:

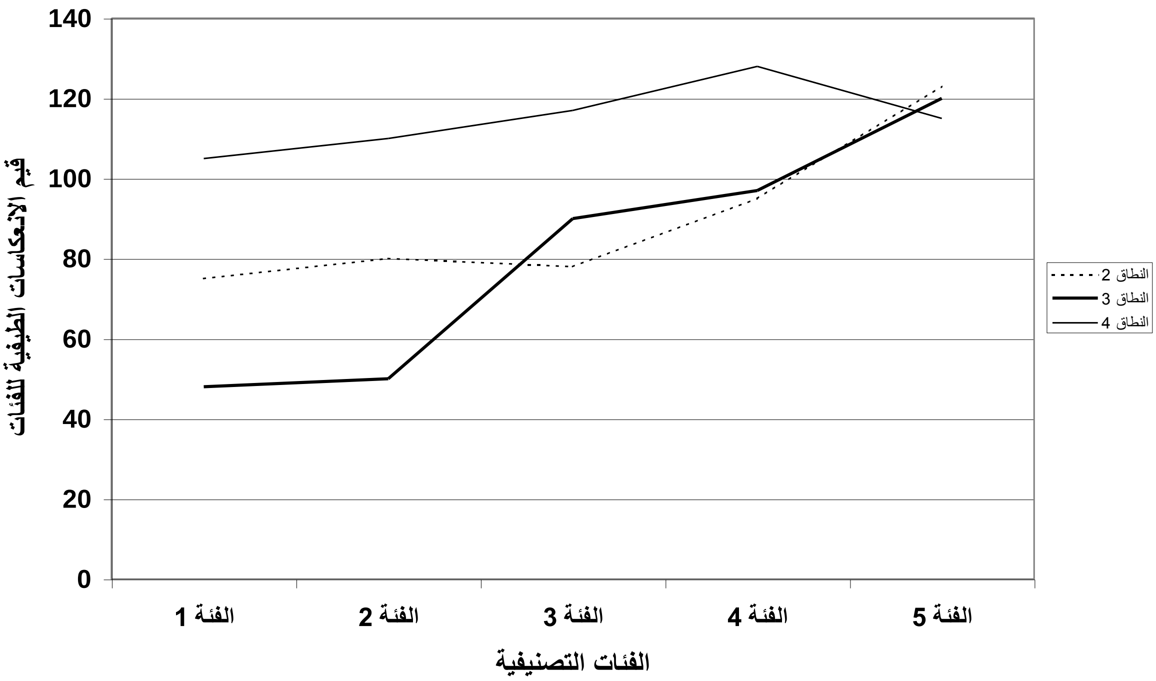
الجدول (4) يحتوي على قياسات الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية الخمس في مزارع الوفرة، حيث تتشابه قراءات الانعكاسات الطيفية للفئات في النطاق 4 مع

مثيلتها في النموذج السابق جدول (3)، والتي ترتفع في قيمها عن قيم النطاق 3، مما يشير الى الكثافة النباتية المرتفعة.

جدول (4): قيم الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية في مزارع الوفرة

النطاقات الطيفية	الفئة (1)	الفئة (2)	الفئة (3)	الفئة (4)	الفئة (5)
النطاق 2	75	80	78	95	123
النطاق 3	48	50	90	97	120
النطاق 4	105	110	117	128	115

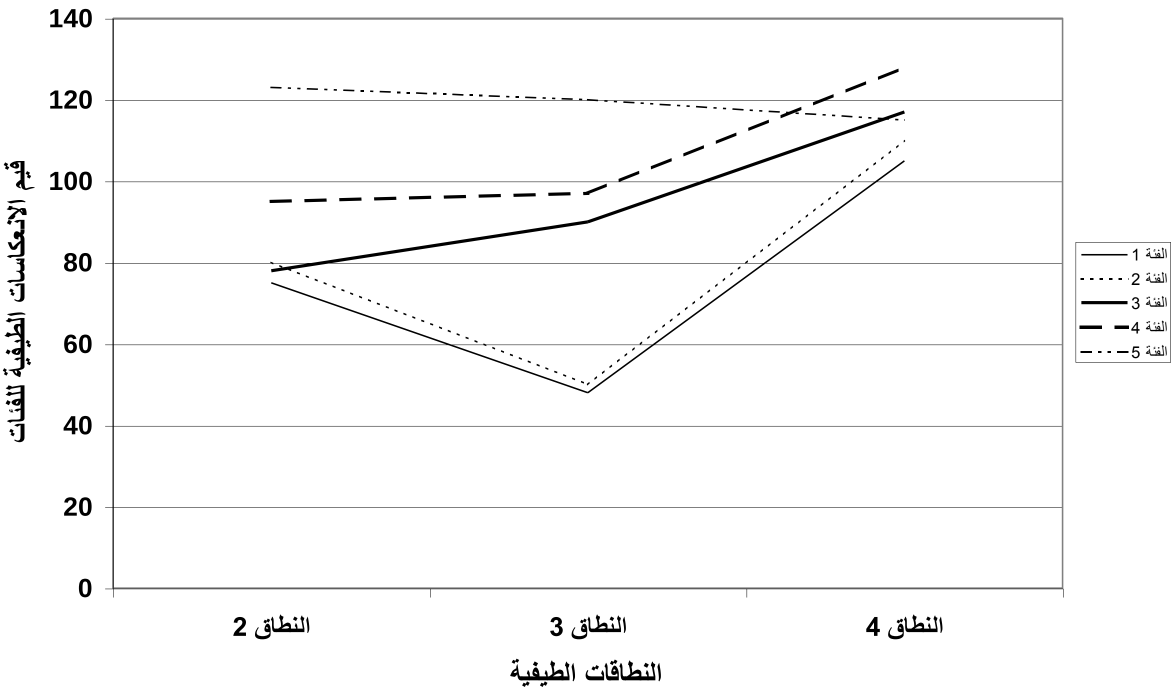
المصدر: مستخلص من نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل



شكل (29): التمثيل البياني لقيم الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية في النطاقات الطيفية 2،3،4 للراسم الثيماتيكي من مرئية مزارع الوفرة

ومن دراسة الرسم البياني شكل (29) يمكن استخلاص الخصائص الطيفية للفئات التصنيفية على النحو التالي:

- ترتفع كثافة النبات في الفئتين 1،2 بشكل واضح بسبب اتساع الفارق بين منحنى النطاق 1، 2 عنهما، وبشكل عام ترتفع الكثافة النباتية في الفئات التصنيفية بدرجات متفاوتة، باستثناء الفئة 5 التي يلتقي عندها المنحنيان مما يشير الى افتقار الفئة إلى النبات تماماً، وهى بذلك تشبه إلى حد كبير النموذج السابق عن مزارع الصليبية.
- يمتد منحنى النطاق 4 أعلى منحنى النطاق 3 ممايشير إلى سيادة مساحة الغطاء النباتي على مساحة التربة الجرداء.
- يرتفع منحنى النطاق 2 تدريجيا في الفئات 3،4،5 مما يشير إلى تأثير تسرب مياه الري إلى تلك المساحات إلى جانب مياه الأمطار مما ترتب عليه رطوبة للتربة.



شكل (30): البصمة الطيفية للفئات التصنيفية في النطاقات الطيفية 2،3،4 للراسم الثيماتيكي من مرئية مزارع الوفرة

وبدراسة الرسم البياني شكل (30) يمكن استقراء ملامح البصمة الطيفية للفئات التصنيفية الخمس في النطاقات الثلاثة على النحو التالي:

- إن العلاقة الطردية بين قيمة الانعكاس الطيفي ودرجة انكشاف التربة في الفئات المختلفة في النطاق 4 لاتتحقق في حالة الفئتين 3،4 حيث ترتفع قيمة الانعكاس الطيفي للفئة 3 عن الفئة 5، وترتفع قيمة الفئة 4 عن جميع الفئات، مما يؤكد هنا وجود أثر للاختلاف المكاني في القدرة على التمييز بين النبات والتربة بالاعتماد على البصمة الطيفية.
- تظل الفئتان 1،2 هما أعلى الفئات التصنيفية في كثافة النبات، مما يؤكد العلاقة العكسية بين كثافة النبات وقيمة البصمة الطيفية لفتئين 1،2 دون غيرهما.
- ينطبق منحنى البصمة الطيفية للفئتين 2،3 في حيز النطاق 2 مما يشير إلى عدم خلو الفئة الثالثة تماماً من النبات، بل تغطي مساحة انتقالية بين الحقول الزراعية التي تغطيها الفئتان 1،2 وبين الفئتان 4،5 حيث تقترب من مواصفات التربة الجرداء.

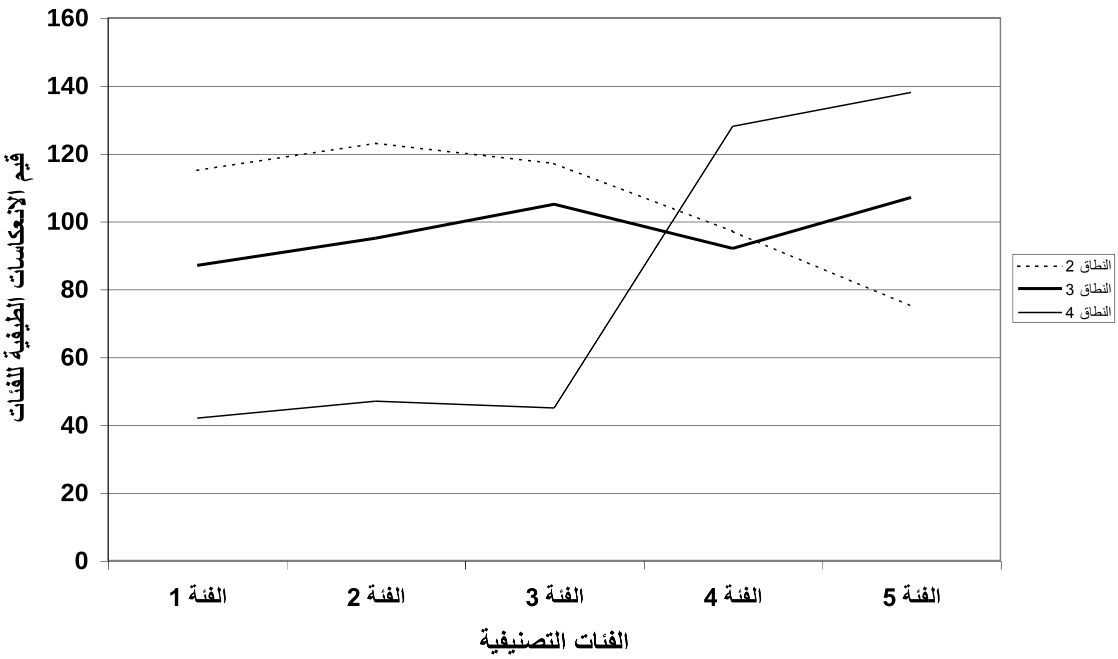
5) التحليل الكمي للخصائص الطيفية على نموذج المنطقة الصحراوية:

الجدول (5) يحتوي على قياسات الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية في المجالات الطيفية 2،3،4 والتي تشير إلى انخفاض واضح لقيم الانعكاسات الطيفية في النطاق 4 مما يشير إلى انخفاض الكثافة النباتية في المنطقة.

جدول (5) قيم الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية في منطقة صحراوية

الفئات الطيفية	الفئة (1)	الفئة (2)	الفئة (3)	الفئة (4)	الفئة (5)
النطاق 2	115	123	117	97	75
النطاق 3	87	95	105	92	107
النطاق 4	42	47	45	128	138

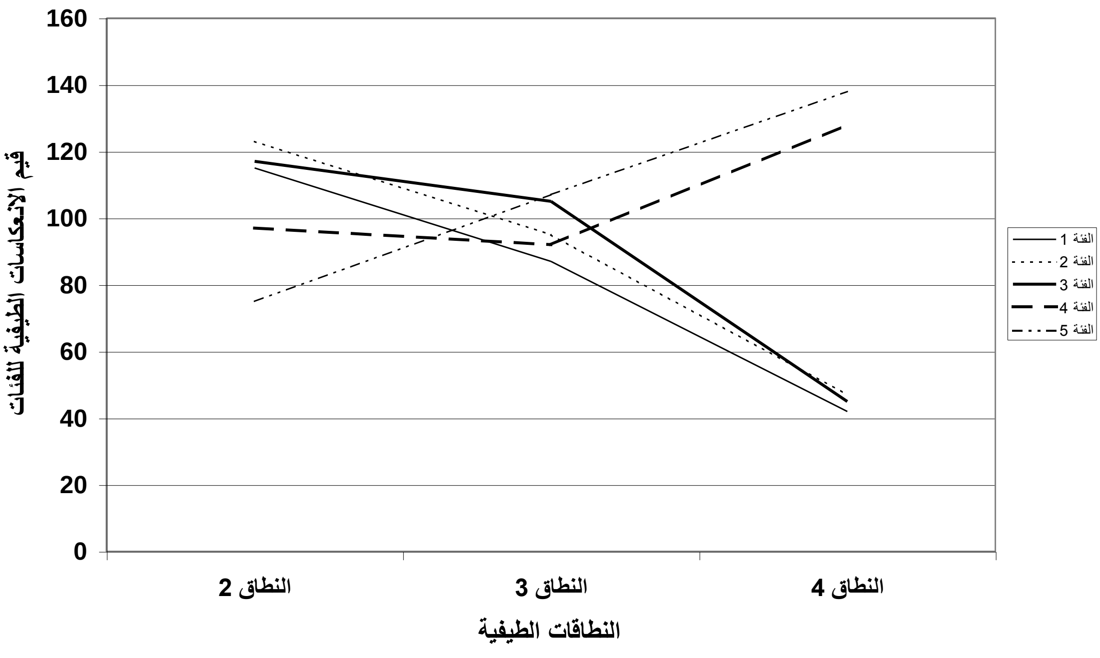
المصدر: مستخلص من نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل



شكل (31): التمثيل البياني لقيم الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية في النطاقات الطيفية 2،3،4 للراسم الثيماتيكي من مرئية منطقة صحراوية

وبدراسة الرسم البياني شكل (31) يمكن بلورة خصائص الانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية على النحو التالي :

- يمتد المنحنيان للنطاق 4،3 بشكل متضارب، ففي الفئات 1،2،3 يؤكد على أن التربة في هذه الفئات جرداء من النبات، ويؤكد افتقار النبات تماماً في الفئة 4، بينما يشير إلى ارتفاع كثافة نباتية في الفئة الخامسة مع ارتفاع المنحنى للنطاق 4 أعلى من المنحنى للنطاق 3، وهذه النتيجة متضاربة تماماً مع الواقع، فالنباتات بشكل عام في المنطقة الصحراوية – نموذج الدراسة– تعتبر بشكل عام منطقة تفتقر إلى وجود نباتات باستثناء بعض الشجيرات الصحراوية المتفرقة في غرب المنطقة . وهذا يؤكد عدم ثبوت القاعدة التي تشير إلى وجود علاقة طر دية بين قيم الانعكاسات الطيفية للنبات في النطاق 4 وبين الكثافة النباتية، وهذا يرجع إلى الاختلافات المكانية وتركيب التربة.
- هناك علاقة عكسية بين قيمة الانعكاس الطيفي للفئات التصنيفية في النطاق 2 وبين انكشاف التربة، وهى على العكس تماماً لمايشير إليه منحنى ال نطاق 4، وخاصة في الفئة 5.



شكل (32): البصمة الطيفية للفئات التصنيفية في النطاقات 4،3،2
للراسم الثيماتيكي من مرئية منطقة صحراوية

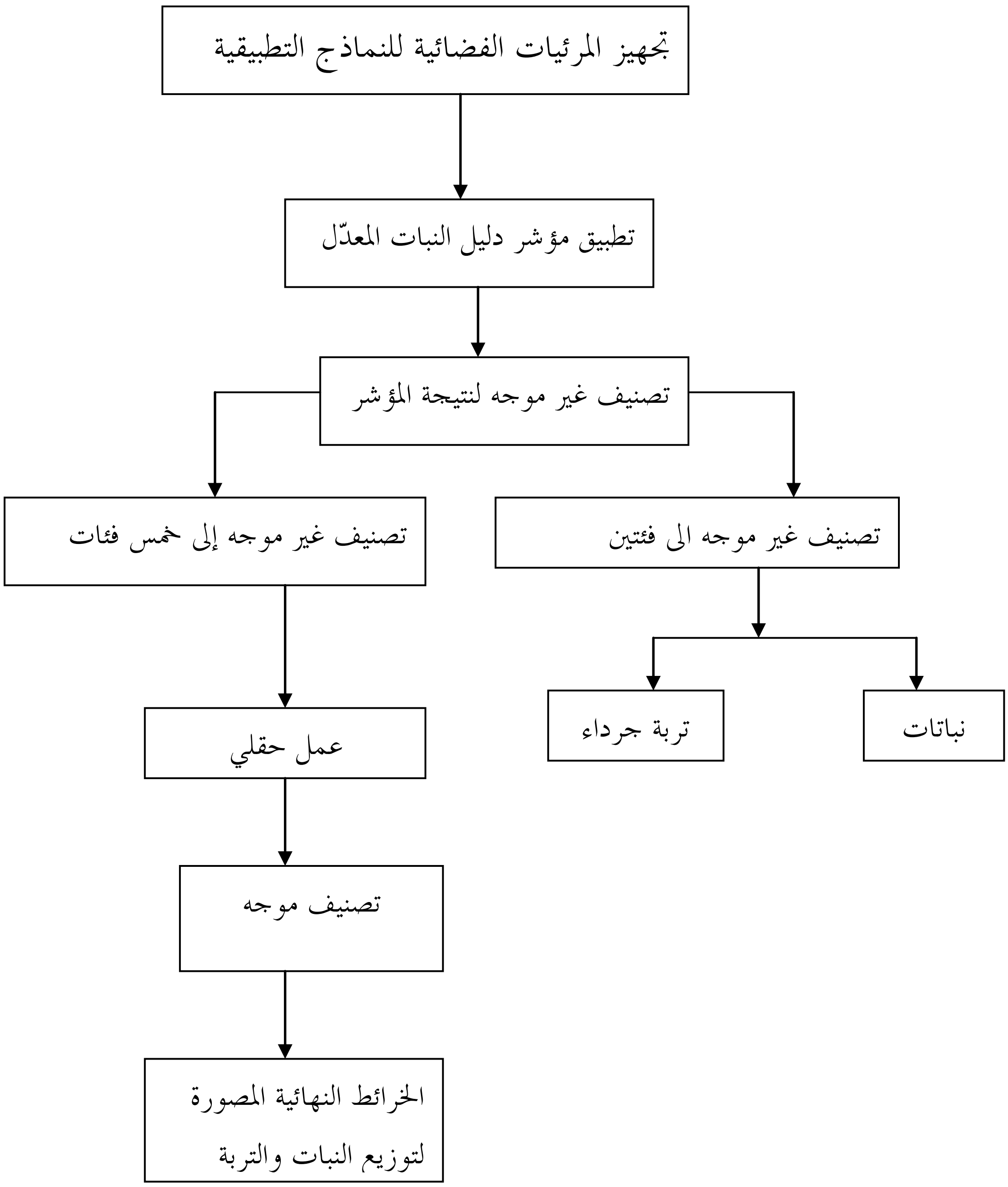
وبدراسة الرسم البياني شكل (32) يمكن توضيح خصائص البصمة الطيفية للفئات التصنيفية في النطاقات الثلاثة على النحو التالي:

- تؤكد البصمة الطيفية للفئات الخمس في النطاق 4 صحة العلاقة العكسية بين كثافة النبات وبين قيمة الانعكاس الطيفي والتي كان من الصعب توضيحها في تفسير امتداد منحنى الانعكاس الطيفي للنطاق 3،4 على نفس المرئية، مما يشير إلى أن الاعتماد على البصمة الطيفية لكل فئة على حدة قد س اهم في الوصول إلى نتيجة أقرب إلى الواقع، حيث تزيد كثافة النبات في الفئة الأولى عن غيرها.
- تتداخل قيم الانعكاسات الطيفية لجميع الفئات في النطاق 3 مما يشير إلى أثر التربة الجرداء التي تسود على معظم المرئية، ويؤكد أيضاً على العلاقة السلبية بين كثافة النبات وبين قيمة البصمة الطيفية في النطاق 3.

رابعاً: التمثيل الكارتوجرافي للنبات والتربة في النماذج الخمسة

يغطي هذا الجزء منهجية كارتوجرافية تطبيقية حول كيفية الاعتماد على المرئيات الفضائية في استحداث خرائط جديدة تحتوي على التوزيع المكاني لأنواع ا لتربة والنبات، والتي بالطبع سوف تكون امتداداً للنتائج التي تم التوصل إليها في الأجزاء السابقة، ويمكن توضيح ملامح المنهجية الكارتوجرافية التطبيقية على النحو التالي:

- تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل؛ وهى التي سبقت الإشارة إليها، حيث يتم فيها الاعتماد على إحدى طرق التمييز بين النبات والتربة، ومن ثم تصنيف المرئيات إلى مجموعتين هما: مناطق تحتوي على نباتات Vegetative Areas، ومناطق لاتحتوي على نباتات Non-vegetative Areas والأخيرة التي تمثل بالنسبة لنا التربة، وتمثل الأشكال (8،9،10،14،17،20) نتيجة هذه المرحلة.
- التصريف غير الموجه Unsupervised Classification لتطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل؛ وقد سبقت الإشارة إليه أنه تم تصنيف المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة إلى خمس فئات تصنيفية، لكي يمكن من خلالها تصنيف النباتات الى فئات فرعية، وكذلك التربة، وبالطبع لايعتبر التصنيف غير الموجه تصنيفاً نهائياً، وخاصة وأنه يعتمد فقط على قيمة الانعكاسات الطيفية للفئات المختلفة، والتي يمكن أن تتأثر بعوامل مكانية، كما تم إثباته في الفقرات السابقة بالاعتماد على التحليل النوعي والكمي، وتمثل الأشكال (12،13،16،19،22) نتيجة هذه المرحلة.
- المسح الميداني Field work هى أهم المراحل التطبيقية بالنسبة للدراسات الجغرافية والتي تحتاج الى الوقت الكافي لإنجاز مهمة المسح الميداني، وتعتمد هذه المرحلة على طباعة الخرائط من نتيجة مرحلة التصنيف غير الموجه، ومن ثم التوجه الى الميداني لتحديد نوع الظاهرات التي تناظر كل فئة تصنيفية على الخريطة ومدى مطابقتها، ووضع الملاحظات الميدانية التي تتضمن توضيح لبعض التصنيفات غير المعروفة، والتي نجد أنها في الخرائط سابقة الذكر تحتل فئة مستقلة باسم "غير مصنفة " "Unclassified" ، وتمثل هذه الفئة محوراً أساسياً في المسح الميداني والتي تترتب في



شكل (33): المنهجية الكارتوجرافية لتمثيل النبات والتربة في الدراسة

الغالب على وجود ظاهرات لاتحتوي على انعكاسات طيفية مقروءة بالنسبة لجهاز الاستشعار أو أنها تحتوي على تكوين كيميائي شاذ عن البيئة المحيطة لها . وبعد الانتهاء من إجراء المسح الميداني وتحديد دليل للمصطلحات والملاحظات الميدانية تأتي مرحلة التصنيف الموجه.

- التصنيف الموجه Supervised Classification : هى المرحلة التي يتم فيها تطبيق تقنية التصنيف المتشابه The maximum likelihood classification technology ، حيث يتم فيها تثبيت دليل فرعي لكل من أنواع النبات وأنواع التربة بناءًا على نتائج المسح الميداني، ومن ثم تطبيق أمر التصنيف المتشابه بواسطة برنامج "إرداس Erdas"، حيث يتم تحديد مساحة صغيرة على المرئية والتي تمثل عينة تصنيفية Training sample قد تم التأكد من أنها تتبع نوعاً معيناُ من التربة أو النبات، ومن ثم إجراء تعميم التصنيف على جميع المساحات التي تتشابه في خصائصها الطيفية مع تلك العينة التصنيفية، وعليه تم تحديد أنواع الغطاء النباتي وأنواع التربة في كل مرئية على حداها، طبقاً لنتائج المسح الميداني.
- الإخراج الكارتوجرافي النهائي Final Cartographic Production: يتم في هذه المرحلة الاعتماد على أساليب الإنتاج الكارتوجرافي في تشكيل أساسيات المخرجات الكارتوجرافية النهائية، مثل: مقياس الرسم من حيث نمطه، وتصميمه، واختيار موقعه المناسب؛ وكذلك تصميم شبكة الإحداثيات الجغرافية بحيث تتلاسب مساحة الخريطة ؛ والبيانات الأخرى كمفتاح الخريطة ومكوناته؛ وإضافة بعض الكتابة العربية ..وغيرها لنحصل على النتيجة النهائية في الأشكال (34، 35، 36، 38، 37).

خامساً: خلاصـــــة الدراســـــة

تمثل بيانات الاستشعار عن بعد بالنسبة للكارتوجرافي المعاصر أحد أهم المصادر المعلوماتية التي يمكن من خلالها ليس فقط اختصار الوقت والجهد في سبيل الحصول على المعلومات، ولكن أيضاً لتميز المعلومات الفضائية عن ثروات سطح الأرض بالشمولية والوضوح، والتي تتوقف فقط على التفاوت في درجة الوضوح الأرضي للمعلومات حيث تختلف من قمر إلى آخر، ولكن يمكن اليوم الحصول على مرئيات فضائية بدقة أرضية تصل إلى متر واحد، وهذا يعنى المرونة التطبيقية لبيانات الاستشعار عن بعد في جميع النواحي العلمية ومنها الكارتوجرافية.

والدراسة الحالية أخذت مسلكاً كارتوجرافياً تطبيقياً في الاستفادة من تقنية الاستشعار عن بعد في البحث حول مدى وجود أثر للاختلاف المكاني على قدرة التمييز بين النبات والتربة في حالة الاعتماد على مرئية واحدة، ومن ثم استخلاص النتائج في التمثيل الكارتوجرافي للنبات والتربة على خمسة نماذج من دولة الكويت، فمن المعروف أن المرئية الفضائية من القمر الصناعي الأمريكي لاندسات الخامس تغطي مساحة أرضية أبعادها 185x185كم، وحيث إن هذه المساحة ليست صغيرة، لذلك طرحت الدراسة الحالية التساؤل: هل هناك على نفس المرئية اختلافات مكانية أو تأثير لعوامل مكانية على مدى تفسير الظواهر؛ وخاصة التمييز بين النبات والتربة؟

وقد اعتمدت الدراسة على طريقتين للتمييز بين النبات والتربة، أولاهما : طريقة المركب اللوني 2،3،4 للراسم الثيماتيكي (Thematic Mapper (TM والتي تمثل للجغرافي وسيلة هامة للتفسير النظري Visual Interpretation للظاهرات الجغرافية على المرئية، والثانية: تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل باعتباره أحد أهم المؤشرات التي تم تطويرها بغرض التمييز بين النبات والتربة على المرئيات الفضائية، وذلك لتغطية الجانب الكمي للدراسة لإجراء تحليل مكاني كمي للتأكد من وجود أثر للاختلاف المكاني بين النبات والتربة، وكذلك للمساهمة في التمييز بينهما بغرض رسم خرائط حديثة.

وفي حالة تطبيق طريقة المركب اللوني 4،3،2 Color composite Image يمكن تحديد ملامح أثر الاختلاف المكاني على القدرة على التمييز بين النبات والتربة من خلال المركب اللوني في الجوانب التالية:

- المناطق الزراعية التي تسود فيها الزراعة المنتظمة مثل مزارع الوفرة ومزارع الصليبية، لم يحتج المركب اللوني إلى عمليات تحسين Image Enhancement إضافية، حيث جاءت المرئيتان شكل (5،6) واضحتين من حيث الامتداد الشكلي للحقول الزراعية الدائرية منها كما في شكل (5)، والمربعة والمستطيلة كما في شكل (6)، هذا إلى جانب التدرج اللوني للون الأحمر الذي يميز انتشار الغطاء النباتي والذي يمكن أن يسهم في التمييز بين أنوع نباتية مختلفة وكذلك العُمر الزراعي للنبات.
- تختلف إمكانية التمييز بين النبات والتربة على المركب اللوني بالنسبة للمنطقة الصحراوية شكل (7)، وذلك بسبب انخفاض كثافة النبات من ناحية، وكذلك ارتفاع الانعكاس الطيفي للتربة الجيرية والرملية التي تسود في المنطقة عن الانعكاس الطيفي للنبات من ناحية أخرى، ولذلك تم استخدام طريقة بسط Stretching قيّم البصمة الطيفية بين حديها الأدنى والأقصى minimum and maximum value بحيث تحقق الاختلافات المكانية بين الانعكاسات الطيفية للظاهرات الجغرافية التي تحتويها المرئية، هذا إلى جانب عمليات السطوع Brightness وإبراز الفروق Contrast ، وعليه أمكن بالفعل إبراز النباتات على هيئة تجمعات لونية حمراء لتمثل الشجيرات الدائمة، وبعض العشب الفصلية.
- تختلف عملية التمييز بين النبات والتربة على المركب اللوني لجزيرة فيلكا شكل (3) عن المرئيات التي تغطي المناطق الزراعية سالفة الذكر، فلم يسهم المركب اللوني في التمييز بين النبات والتربة دون إجراء عملية تحسين إضافية أمكن من خلالها إبراز المساحات التي تغطيها النباتات با للون الأحمر بدرجاته التي تظهر على شكل (3)، فقد تم إجراء تجربة لطرق التحسين المختلفة لتوضيح أفضلها، وتبين أن أفضلها طريقة البسط على أساس الانحراف المعياري Standard Deviation

Stretch، والتي تعتمد على تحديد رقم يمثل القيمة المعيارية بالنسبة للقيم والتي تتوسط أكثر من 95% من قيم بيانات المرئية، والتي يمكن التعرف عليها من خلال مراقبة القيمة التي تتوسط شكل المنحنى للانعكاسات الطيفية والذي يظهر على شكل جرس Bell curve، وقد تم اختيار رقم 4.00 ليمثل القيمة المعيارية، وعليه يتم إعادة توزيع القيّم بحيث تقع القيّم الأقل من 4.00 في الحيز الذي يظهر الفوارق بصورة أعلى Higher contrast والقيم التي تزيد عن 4.00 في الحيز الذي يظهر الفوارق بصورة أقل less contrast، وعليه حصلنا على النتيجة التي تظهر في شكل (3) حيث أصبح من الإمكان التمييز بين الغطاء النباتي والتربة بشكل أفضل، بل وأيضاً تحديد درجات متفاوتة في التدرج اللوني لتوزيع الغطاء النباتي. ويعود السبب وراء التأثير المكاني على عدم وضوح الغطاء النباتي في المرئية قبل تطبيق طريقة بسط الانحراف المعياري إلى تأثير الرطوبة من المسطحات البحرية التي تحيط الجزيرة، حيث ترتب عليها وجود نوع من الضباب وقطرات الندى على الغطاء النباتي، وخاصة وأن وقت الاستشعار كان الساعة التاسعة والدقيقة الثالثة عشر صباحاً[1]، وعليه يمكن التأكيد على أن وجود قطرات الندى والضباب على الغطاء النباتي على الجزيرة وقت الاستشعار وكذلك الرطوبة التي تكتسبها المسطحات الرملية الناعمة التي تمتد على سواحل الجزيرة ساهمت أيضاً في عدم وضوح للمرئية في حالة تطبيق المركب اللوني للمجالات الطيفية الرابع والثالث والثاني.

- اختلفت المرئية شكل (4) التي تغطي منطقة السالمية الساحلية عن المرئيات الأخرى من حيث اعتمادها على المركب اللوني في التميز بين النبات والتربة، وذلك للتنوع الكبير في طبيعة مكونات المرئية، حيث تحتوي على مسطحات مائية كبيرة، وغطاء نباتي متنوع من حيث التوزيع المكاني ونمط التوزيع، فهناك الحدائق العامة والحدائق الملحقة بالقصور والبيوت، والحدائق الشريطية على الساحل وفي

---

[1] تم التعرف على الوقت بدقة من خلال المعلومات الوصفية المرفقة بالمرئية الأصلية، والتي يتحدد فيها، مسار القمر الصناعي، ورقم المرئية، ووقت وتاريخ الاستشعار، وحالة الطقس ... الخ.

الطرق الرئيسية، هذا إلى جانب وجود الظاهرات العمرانية المختلفة مثل المباني والمنشآت المتباينة من حيث الشكل ونوع المادة التي تدخل في البناء وغيرها، وأيضاً وجود مساحات خالية في الجنوب والجنوب الغربي من المرئية والتي تغطيها تربة رملية رطبة. وقد لعب التنوع الكبير الذي تحتو يه المرئية دوراً كبيراً في القدرة على التمييز بين النبات والتربة من خلال تطبيق المركب اللوني المذكور سالفاً، لذلك كان من الضروري إجراء تجربة لطرق تحسين المرئية المختلفة للوقوف عند أفضلها، وقد تم في هذه الحالة الاعتماد على طريقة التقسيم النطاقي Level Slice Stretch، والتي يتم فيها توزيع قيّم المرئية إلى أقسام على مستويات مختلفة تتفق مع طبيعة الانعكاس الطيفي للظاهرات التي تحتويها المرئية لكي يسهل التمييز بين النبات والتربة والمسطحات المائية وغيرها، فمن المعروف أن لكل ظاهرة مستوى معيناً من الانعكاس الطيفي، ويلى ذلك أيضاً تطبيق طريقة بسط البصمة الطيفية بحديها الأدنى والأعلى Minimum-maximum Stretch وذلك للمساهمة في زيادة تركيز وضوح الفوارق المكانية بين الظاهرات المختلفة، بحيث تظهر منحنيات البصمة الطيفية Lookup table على شكل مدرج منتظم . وعليه تم الحصول على النتيجة في شكل (4) والتي يتبين منها إمكانية التمييز بين الغطاء النباتي بأنماط توزيعه المختلفة.

- وخلاصة القول أن هناك تأثيراً واضحاً للاختلاف المكاني على إمكانية التمييز بين النبات والتربة على النماذج الخمسة في حالة تطبيق المركب اللوني، ومن أهم عوامل التأثير هى الرطوبة، والضباب، ونوع التربة، ودرجة بلل التربة، وكذلك التنوع الكبير بين الظاهرات الجغرافية التي تحتويها المرئية والتي يترتب عليها التفاوت الكبير في أنماط الانعكاسات الطيفية.

أما في حالة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل فان هناك اختلافاً واضحاً بين النماذج المختلفة ففي المناطق الزراعية مثل مزارع الوفرة ومزارع الصليبية يمكن استخلاص التالي:

- من السهل التمييز بين النبات والتربة في المناطق التي تسود فيها المزارع المنتظمة، وذلك بسبب الشكل الهندسي للمزارع من ناحية، ومن ناحية أخرى بسبب كثافة النبات التي ترتفع عن كل المناطق المحيطة، مما يحقق انعكاساً طيفياً كبيراً.
- في حالة مزرعة الوفرة مازالت هناك مناطق تتداخل فيها درجة اللون الرمادي والتي تجعلها أقرب إلى تصنيفها كتربة، وخاصة وإن الانعكاس الطيفي فيها لايختلف كثيراً عن المناطق الجرداء والخالية من النباتات، وذلك بسبب انتشار النباتات التي تنخفض فيها نسبة مادة الكلوروفيل الخضراء، مما يجعلها تبدو وكأنها تربة جرداء.
- تتداخل حدود الحقول الزراعية في مزارع الوفرة، وخاصة في الجزء الجنوبي الغربي منها، مما لايساعد في التمييز الكارتوجرافي فيما بينها، وهذا يرجع إلى ضعف خطوط الحدود بين الحقول، وكذلك وجود نباتات عشوائية في هذه المنطقة تسهم في اتساع نطاق الانعكاس الطيفي وتطغى على التربة في هذه المناطق؛ أي أن مؤشر دليل النبات لم يكن موفقاً بصورة مطلقة للتمييز بين النبات والتربة، ويحتاج إلى عمليات مسح ميداني لتحديد الفواصل بين النبات والتربة.
- في حالة مزارع الصليبية لم يوفق مؤشر النبات المعدّل في التمييز بصورة مطلقة بين النبات والتربة في المناطق خارج نطاق الحقول الزراعية؛ ففي شمال شرق المرئية تظهر مساحة عمرانية والتي ظهرت عليها خطوط تقسيم الأراضي باللون الفاتح بنفس درجة النبات، علما بأن هذه ا لمنطقة تقتصر فيها النباتات على مساحة صغيرة تقع في الوسط، مما يدل على تداخل في درجة الانعكاس الطيفي بين النبات وغير النبات.
- في الشكلين (10،11) تظهر المساحات النباتية أكثر من الواقع في الطبيعة فبعد المسح الميداني تبين أن المنطقة التي يغطيها النبات على المرئية هى مجرد مساحات تربة رطبة من الأمطار وقد بدأ ظهور بعض العشب الجديدة التي تغطيها بشكل جزئي.
- بمقارنة الشكلين (10،11) مع (12،13) يتبين أن مساحة النباتات التي تظهر على الشكلين (10،11) قد تم تصنيفها إلى مجموعتين نباتيتين مختلفتين حسب

نسبة مادة الكلوروفيل فيها، أما مساحات التربة فقد تم تصنيفها إلى ثلاث فئات حسب طبيعة التربة ودرجة الانعكاس الطيفي لها، أي أن التصنيف الفرعي للتربة يكون أكثر من التصنيف الفرعي للنبات على نفس المرئية حالة تثبيت المتغيرات جميعها، والسبب في ذلك هو وجود تفاوت واضح بين أنواع التربة بصورة أكثر من التفاوت بين النباتات، فإذا كان التفاوت بين النباتات يعتمد على نسبة مادة الكلوروفيل الخضراء فقط، فان التفاوت في التربة يعتمد على عدة عوامل تتعلق بالتركيب الكيميائي والمعدني للتربة، بالإضافة إلى نوعها الطبيعي، فكلما تفاوتت المعادن التركيبية في التربة كلما حصلنا على إمكانية تمييز أكبر.

- بمقارنة المرئية شكل (12) مع (13) نجد أن هناك اختلافاً كبيراً من حيث عدم مطابقة الفئات التصنيفية معاً من حيث النوع، فالفئة الثالثة التي تمثل على شكل (12) عشب صحراوية تقابل على شكل (13) تربة جرداء مثل المناطق التي تقع إلى الجنوب الشرقي من مزارع الوفرة، حيث تنعدم فيها النباتات، بالرغم من ذلك تظهر وكأنها عبارة عن مساحات تغطيها العشب الصحراوية، وهذا يشير إلى وجود أثر كبير للاختلاف المكاني بين المرئيتين، وهذا يرجع إلى نوع التربة.
- بمقارنة المرئية شكل (12) مع (13) نجد أن المساحات التي تغطيها العشب الصحراوية تتداخل في المزارع بصورة واضحة في شكل (13) وتقل في شكل (12)، وهذا يرجع للعوامل المكانية المرتبطة بنمط الري في المنطقيتين؛ ففي مزارع الوفرة شكل (13) يسود نظام الري عن طريق قنوات ري، مما يساعد في تسرب المياه إلى خارج الحقول الزراعية، ويترتب عليه وجود إنبات عشوائي خارج حدود الحقول على هيئة عشب وشجيرات لاتتفق في الخصائص الكيمائية مع النباتات التي تحتويها الحقول. أما مزارع الصليبية فيسود فيها نمط الري المحوري بالرش، والذي يظهر أثره على شكل الحقول الدائرية، كما إن طريقة الرش المحوري تعتبر طريقة اقتصادية تقلل من تسرب المياه خارج حدود الحقول الزراعية، وعليه تندر النباتات العشوائية والعشب خارج الحقول الزراعية، وهذا يشير أيضاً إلى وجود أثر للاختلاف المكاني في التمييز بين النبات والتربة في الحالتين.

أما المناطق غير الزراعية مثل جزيرة فيلكا ومنطقة السالمية والمنطقة الصحراوية فان هناك أثراً للاختلاف المكاني على القدرة على التمييز بين النبات والتربة من أهمها نوعية التربة مثل التربة الرملية الناتجة عن الإرساب البحري في جزيرة فيلكا، وكذلك الرطوبة، وفي حالة منطقة السالمية كان للتنوع الكبير في استخدامات الأرض في المنطقة أثر كبير على القدرة على التمييز بين النبات وبين التربة، وذلك لسيادة الاستخدام العمراني في المنطقة، أما في حالة المنطقة الصحراوية فقد أثبت مؤشر دليل النبات القدرة الأفضل على التمييز بين النبات والتربة عن المركب اللوني.

وقد تعرضت الدراسة إلى التحليل الكمي للانعكاسات الطيفية للفئات التصنيفية المختلفة وكذلك البصمة الطيفية بغرض الاعتماد البراهين الكمية التي يمكن أن يستدل منها على مدى وجود تأثير للاختلاف المكاني في التمييز بين النبات والتربة، وقد اتضحت عدة علاقات مكانية كالعلاقات الطردية بين اتساع الفارق بين منحنى النطاق 4 والنطاق 3 مع كثافة النبات، والعلاقة الطردية بين قيمة الانعكاس الطيفي وبين زيادة انكشاف التربة، والعلاقة العكسية بين قيمة الانعكاس الطيفي وبين كثافة النبات، والعلاقة الإيجابية بين قيمة البصمة الانعكاسية للنبات وبين قيمة الا نعكاس في النطاق 4، والعلاقة السلبية بين كثافة النبات وبين قيمة البصمة الطيفية في النطاق 3.

واعتمدت الدراسة في الجزء الأخير على نتائج الطرق السابقة ونتائج العمل الميداني وكذلك طريقة التصنيف الموجه في استحداث خرائط جديدة لتوزيع النبات والتربة في النماذج التطبيقية الخمس.

المراجـــــــع

أولاً: المراجع العربية:

حسن حلمي خاروف (**1994**) **(مترجم)**: الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات الفضائية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم والمركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر، دمشق.

رأفت ميساك، وسعيد محفوظ، وطيبة العصفور (**1998**): البيئة الصحراوية بدولة الكويت – ملامحها العامة، وأسباب تدهورها، وسبل إعادة تأهيلها، مركز البحوث والدراسات الكويتية، الكويت.

رأفت ميساك وآخرون (**2000**): الموارد الطبيعية والسمات البيئية في دولة الكويت، مع نماذج من آليات تدهور البيئة وسبل إعا دة التأهيل، معهد الكويت للأبحاث العلمية، الكويت.

سعد أبوراس الغامدي (**1996**): تحليل الاستجابة الطيفية لنباتات المناطق الجافة وشبه الجافة، رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، جامعة الكويت، عدد 198.

سميرة عمر، ضاري العجمي، رأفت ميساك (**1997**): استخدامات ت كنولوجيا الاستشعار من بعد في حصر المراعي ورصد حالة التصحر بدولة الكويت، معهد الكويت للأبحاث العلمية، ورقة وطنية مقدمة إلى اجتماع مشاورة خبراء التصحر بشأن تكنولوجيا الاستشعار من بعد، سوريا.

ثانياً: المراجـــــع: الأجنبية:

Anderson G.L., J.D. Hanson and R.H. Haas (1993): Evaluating Landsat TM Derived Vegetation indices for Estimating Above Ground Biomass on Semiarid Rangelands, remote Sensing of the Environment, 45, pp. 165-175.

Crist E.P. and R.C. Cicone (1984): Application of the Tisseled Cap Concept to simulated Thematic Mapper data, Photographic Engineering and Remote Sensing, Vol. 50, pp. 343-352.

Crist E.P. and R.J. Kauth (1986): The Tasseled Cap De Mystified, Photographic Engineering and Remote Sensing, Vol. 52, pp. 81-86.

Dhruba P. (1990): Remote Sensing techniques for Land cover and land use analysis, Remote Sensing application to land resources, Rome, FAO.

Grothenn D. (1997): Neue deutsche Ausbildungsvorschriften fuer den Ausbildungsberuf Kartograph/Kartographin, in: Kartographische Nachrichten, 47,1, pp. 14-16.

Harahsheh H. and R. Tateisli (1998): Remote Sensing and GIS applications for Land use and Land Suitability Mapping – Case study Irbid District, Jordan, The Arab World Geographer, Vol. 1, No. 1, pp. 6-22.

Heute S. R. (1988): A soil-adjusted vegetation index (SAVI), Remote sensing Environment, 25, pp.295-309.

Jackson R.D. (1984): Remote Sensing of Vegetation Characteristics for Farm management, SPIE 475, pp. 81-96.

Jackson, R.D. and A.R. Heute (1991): Interpreting vegetation indices, Preventive Veterinary Medicine, 11, pp. 185-200.

Leone A.P., G.G. Wright and C. Corves (1995): The application of satellite remote sensing for soil studies in upland of southern Italy, International Journal for Remore Sensing, 16, pp. 1087-1105.

Lillesand T.M. and R.W. Kiefer (1987): Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons, Inc, London.

Perry C.R. and L.F. Lautenschlager (1984): Functional equivalence of spectral vegetation indices, Remote Sensing Environment, 14, pp. 169-182.

Pinty, B., C. Leprieur and M.M. Verstraete (1993): Towards a quantitative interpretation of vegetation indices, part 1: Biophysical canopy properties and classical indices, Remote Sensing Reviews, 7, pp. 127-150.

Post D.F., C. Mack, P.D. Camp and A.S. Suliman (1988): Mapping and Characterization of the soils on the university of Arizona, Maricopa Agricultural Center, Academy of Science,18, pp. 49-60.

Richardson A.J. and C.L. Wiegand (1977): Distinguishing Vegetation from Soil background information, Photogrammetry Wngineering and Remote Sensing, 43, pp.1541-1552.

Rosenholm D. (1993): Landuse and Vegetation mapping by satellite, SSc Satellite experiences 1987-1993, ITC Journal,3, pp. 251-262.

Tucker C.J. (1979): Red and Photographic Infrared binear combinations for Monitoring Vegetation, Remote Sensing Environment, 8, pp. 127-150.

Wardly N.W. (1984): Vegetation Index Variability as a function of viewing Geometry, International Journal of Remoet Sensing, 5, pp. 861-870.

البرامج التي استخدمت في الدراسة:

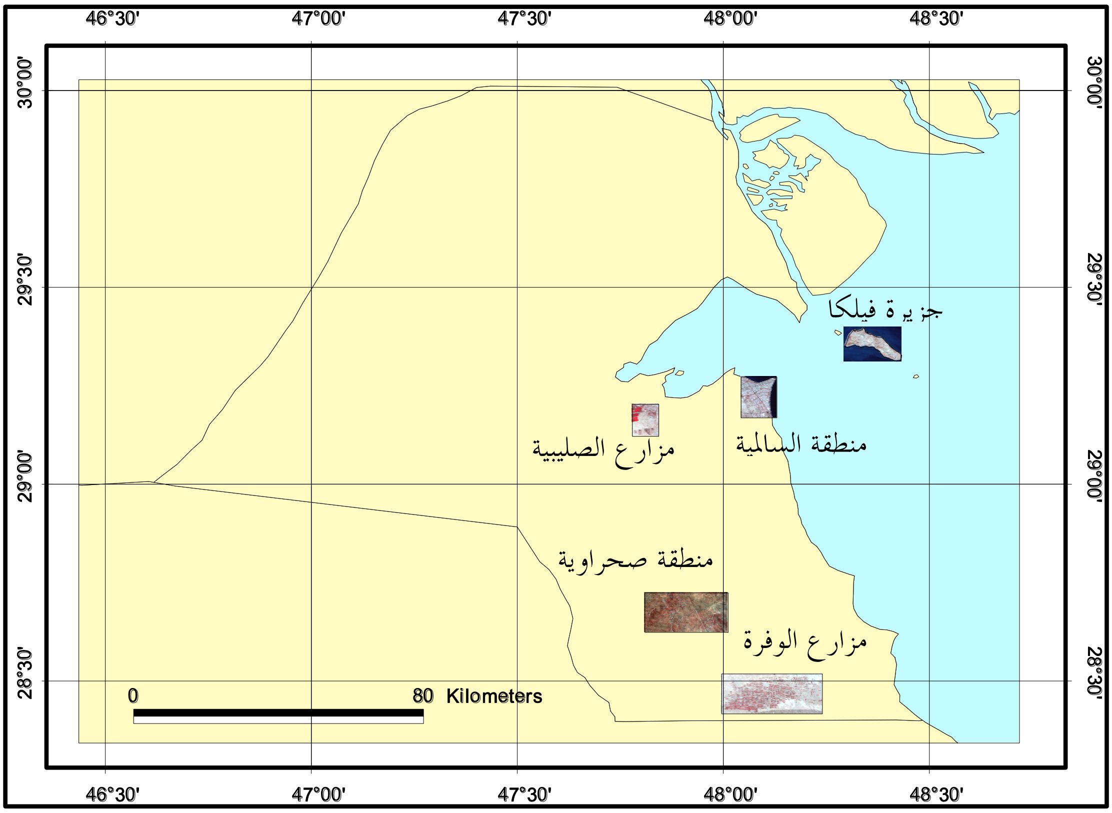
1) برنامج Erdas Imagine ver. 8.4, Erdas Inc., Atlanta, Georgia, USA

2) برنامج Arc/View, ESRI Inc., Redlands, California, USA

3) برنامج Arc/View Image Analysis ver. 1.1, Erdas Inc., Atlanta, Georgia, USA

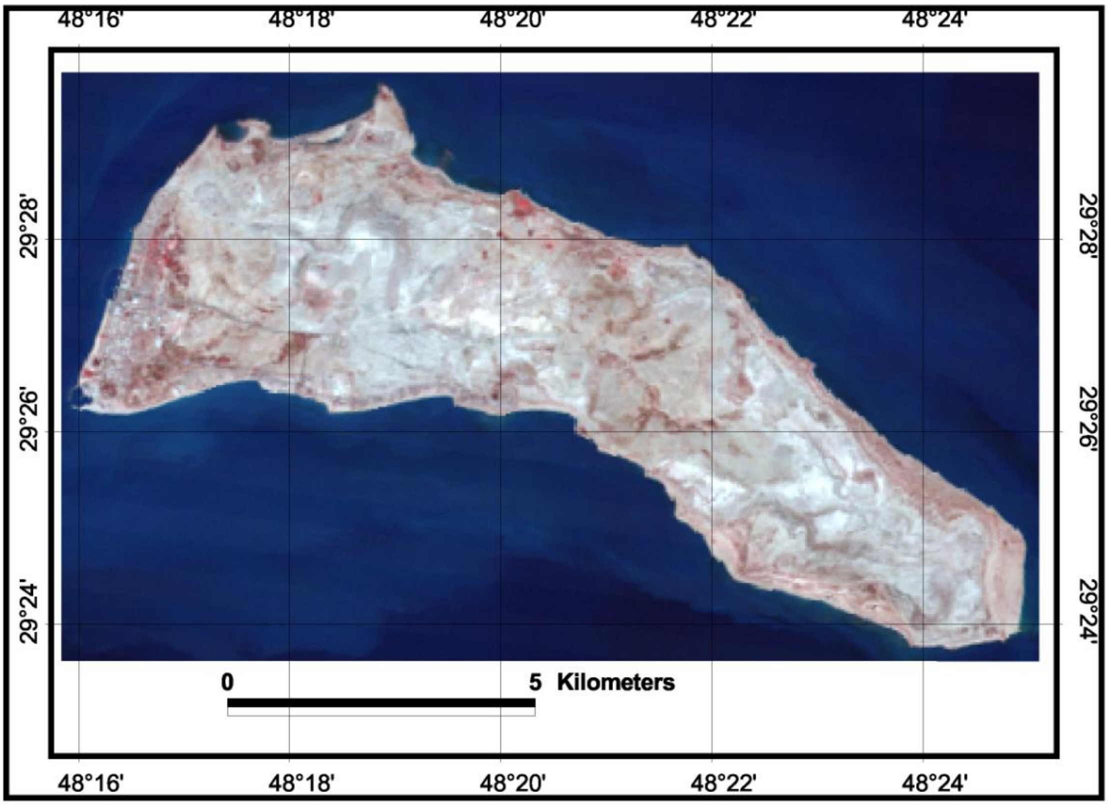
4) برنامج إكسل Microsoft Excel 97, Microsoft Corporation, USA

شكل (1): الموقع الجغرافي للنماذج التطبيقية على خريطة الكويت



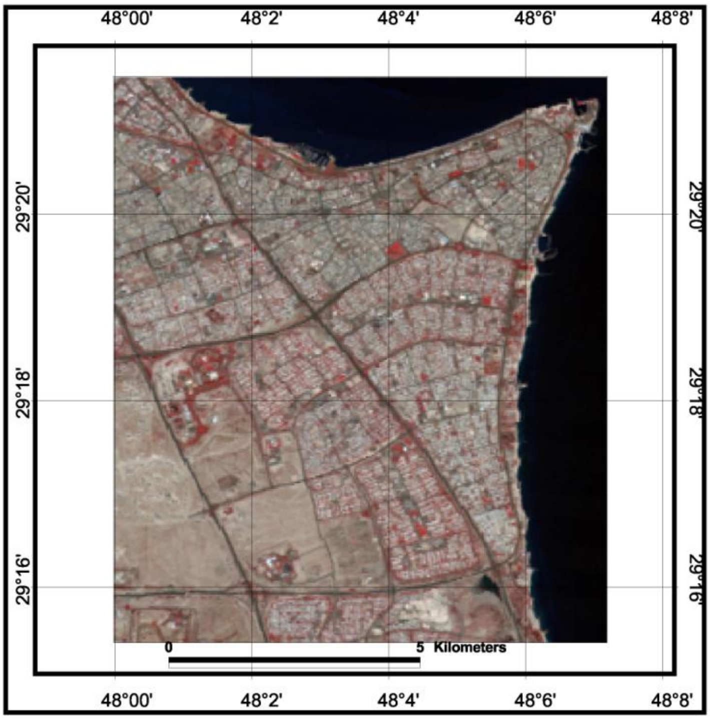
المصدر : من إعداد الباحث باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

شكل (3): المركب اللوني للنطاقات 2،3،4 من الراسم الثيماتيكي – جزيرة فيلكا



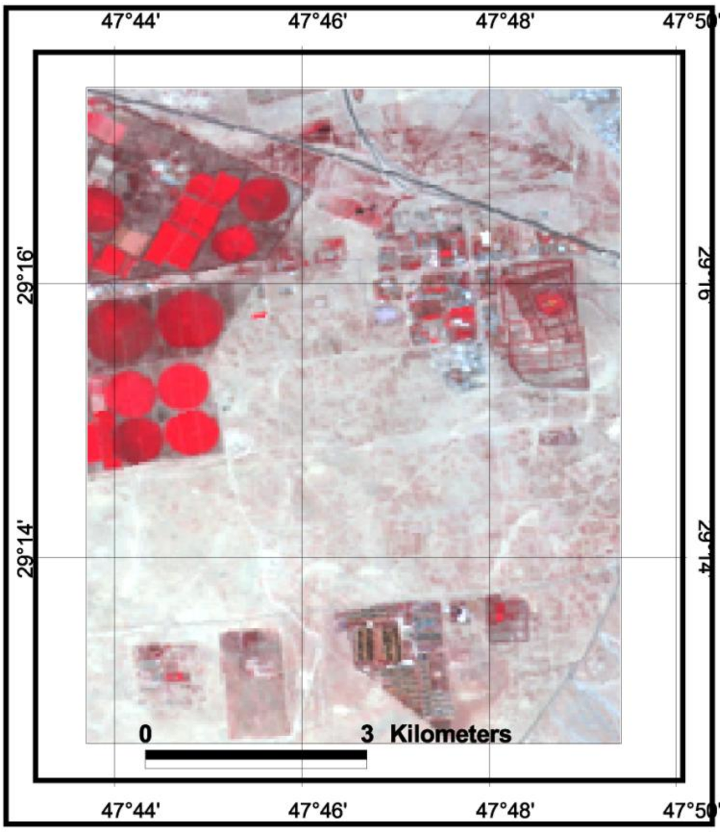
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج معالجة المرئيات الفضائية "ارداس Erdas"

شكل (4): المركب اللوني للنطاقات 4،3،2 للراسم الثيماتيكي – منطقة السالمية



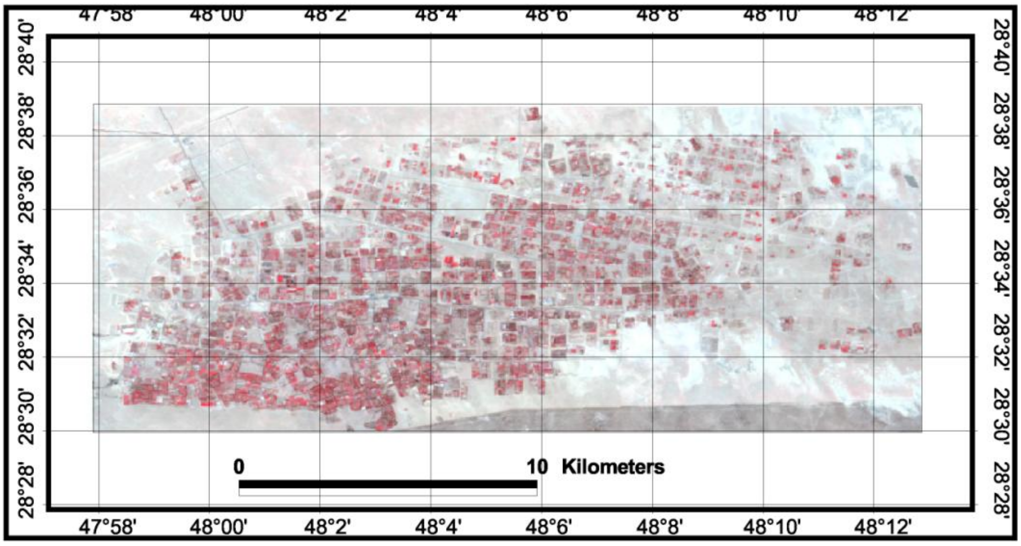
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج معالجة المرئيات الفضائية "إرداس Erdas"

شكل (5): المركب اللوني للنطاقات 4،3،2 للراسم الثيماتيكي – مزارع الصليبية



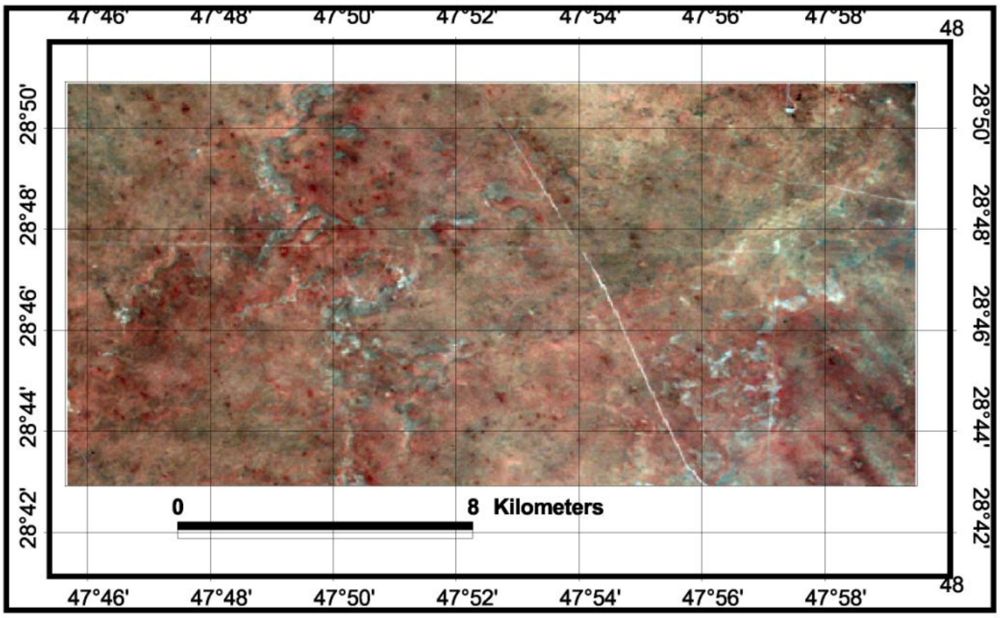
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج معالجة المرئيات الفضائية "إرداس Erdas"

شكل (6): المركب اللوني للنطاقات 4،3،2 للراسم الثيماتيكي – مزارع الوفرة



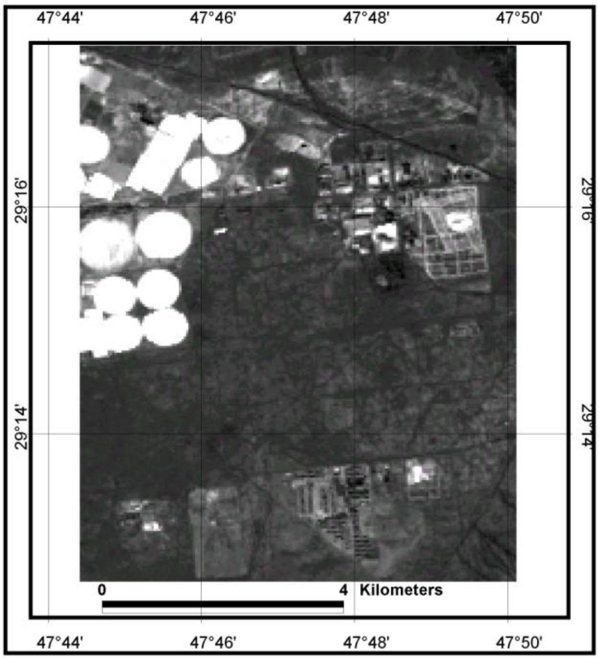
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج معالجة المرئيات الفضائية "إرداس Erdas"

شكل (7): المركب اللوني للنطاقات 4،3،2 للراسم الثيماتيكي – منطقة



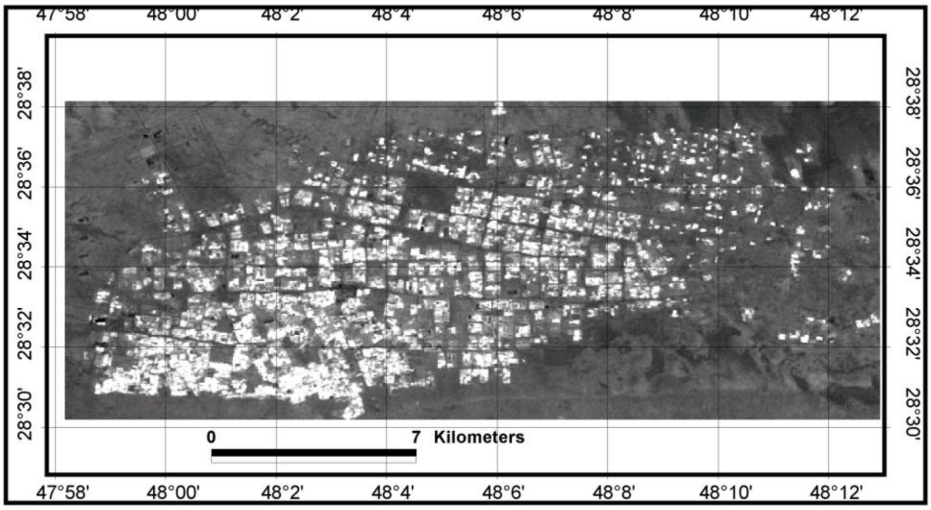
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج معالجة المرئيات الفضائية "إرداس Erdas"

شكل (8): نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدل NDVI– مزارع الصليبية



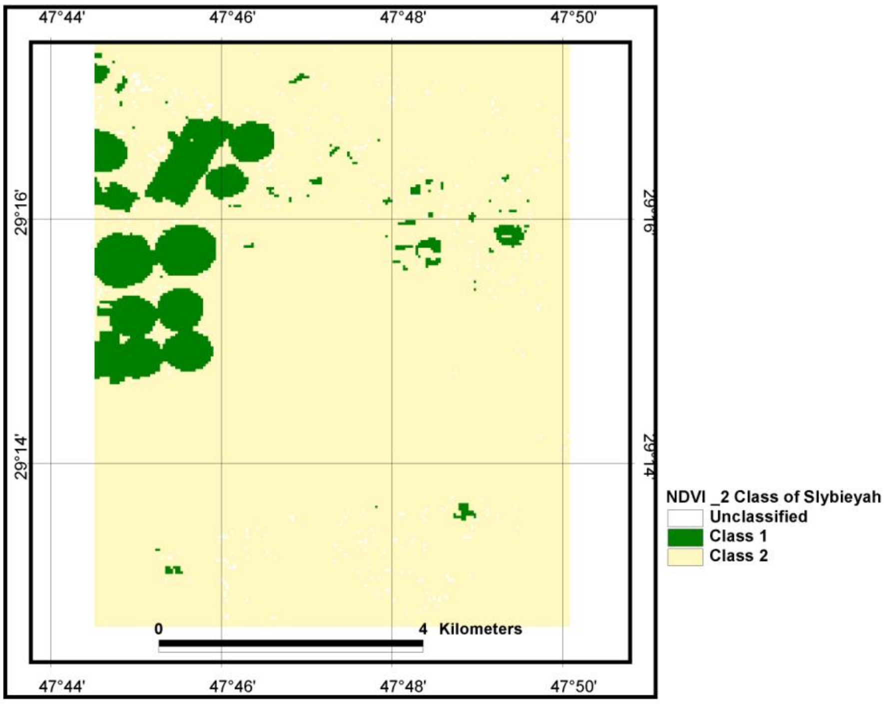
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج معالجة المرئيات الفضائية "إرداس Erdas"

شكل (9): نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل NDVI–مزارع الوفرة



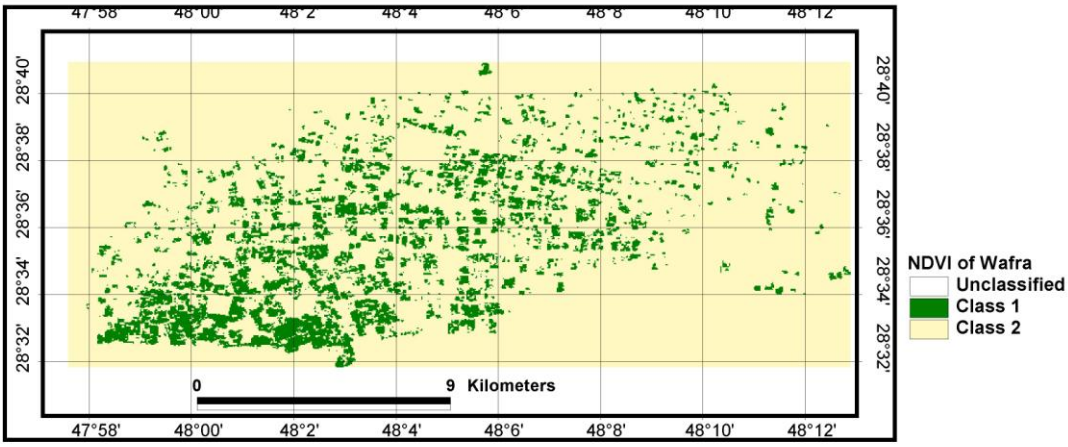
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج معالجة المرئيات الفضائية "إرداس Erdas"

شكل (10): تصنيف نتيجة مؤشر دليل النبات المعدل إلى فئتين – مزارع الصليبية



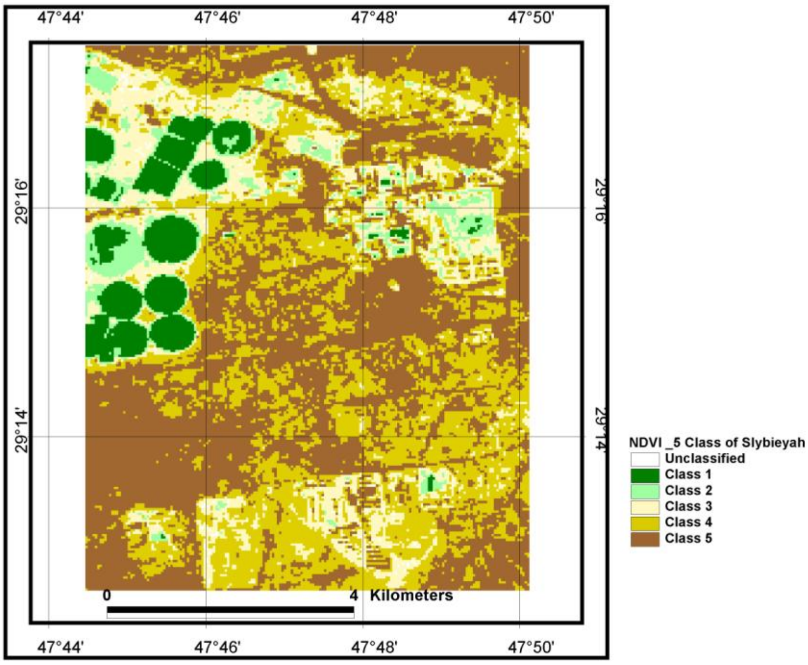
المصدر: من إعداد الباحث بواسطة تقنية التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification

شكل (11): تصنيف نتيجة مؤشر دليل النبات المعدّل إلى فئتين – مزارع الوفرة



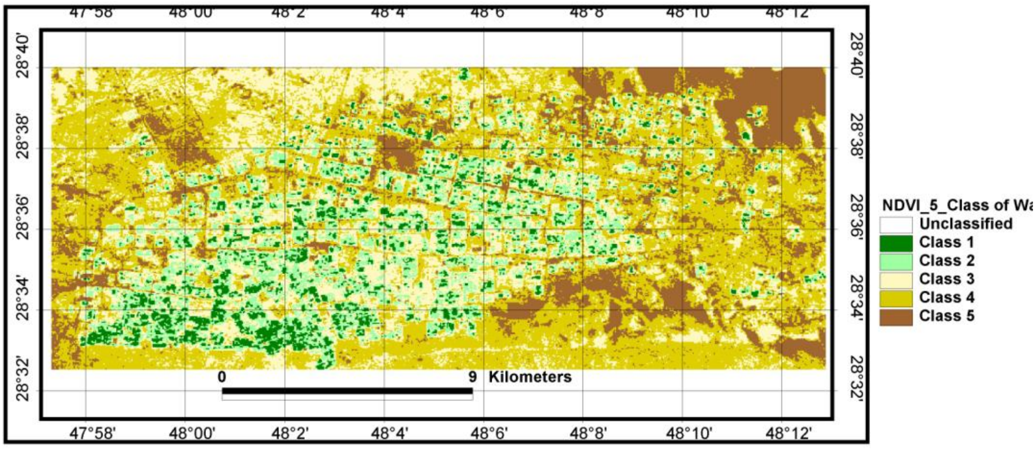
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification

شكل (12): تصنيف نتيجة مؤشر دليل النبات المعدّل لخمس فئات – مزارع الصليبية



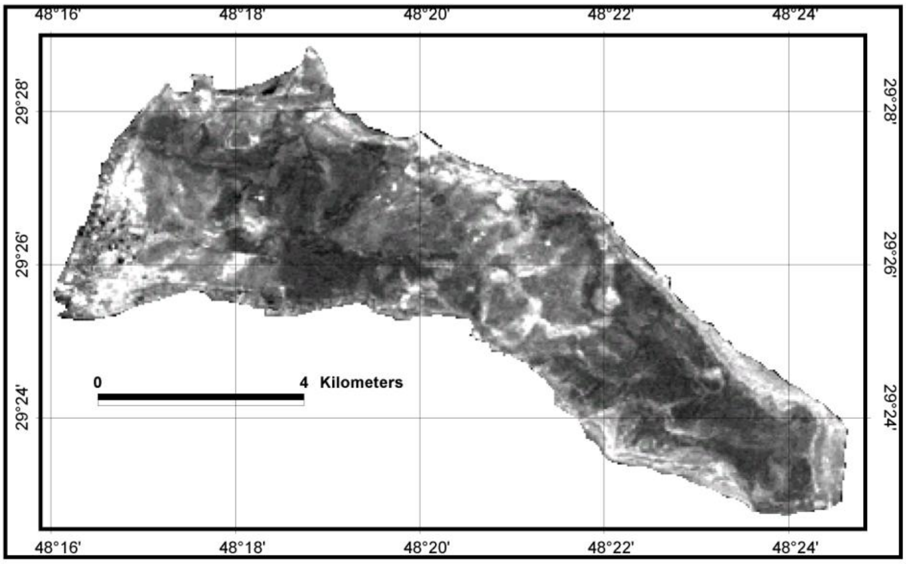
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification

شكل (13): تصنيف نتيجة مؤشر دليل النبات المعدّل لخمس فئات – مزارع الوفرة



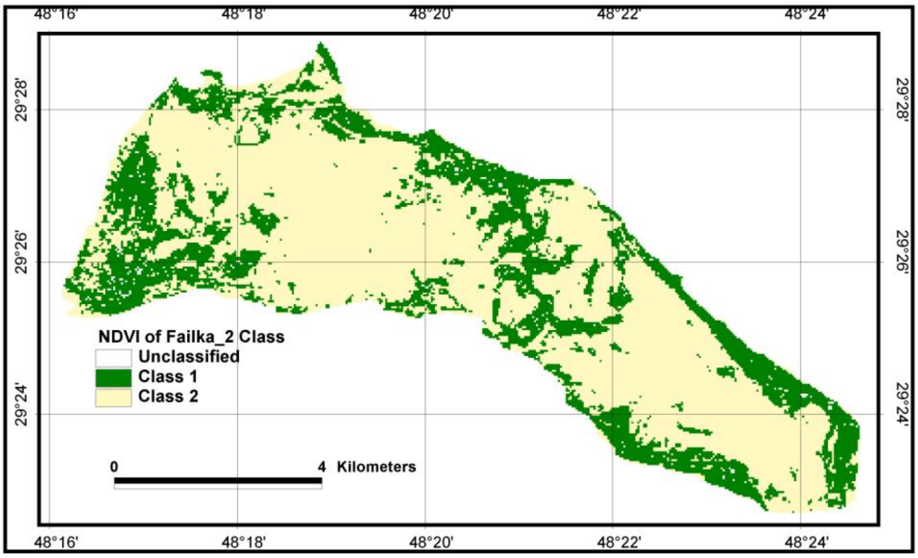
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف الموجه Unsupervised Classification

شكل (14): نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل NVDI– جزيرة فيلكا



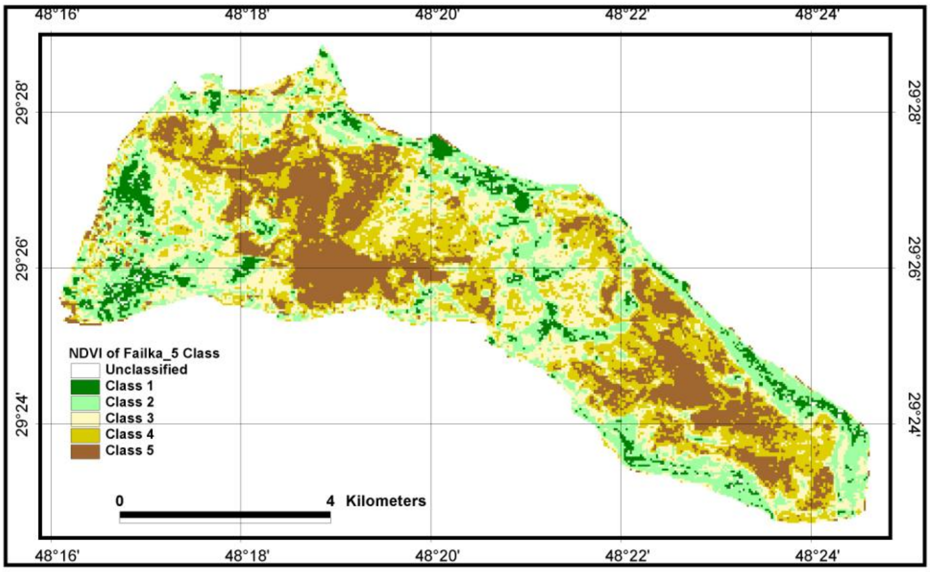
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج معالجة المرئيات الفضائية "إرداس Erdas"

شكل (15): تصنيف نتيجة مؤشر دليل النبات المعدّل إلى فئتين – جزيرة فيلكا



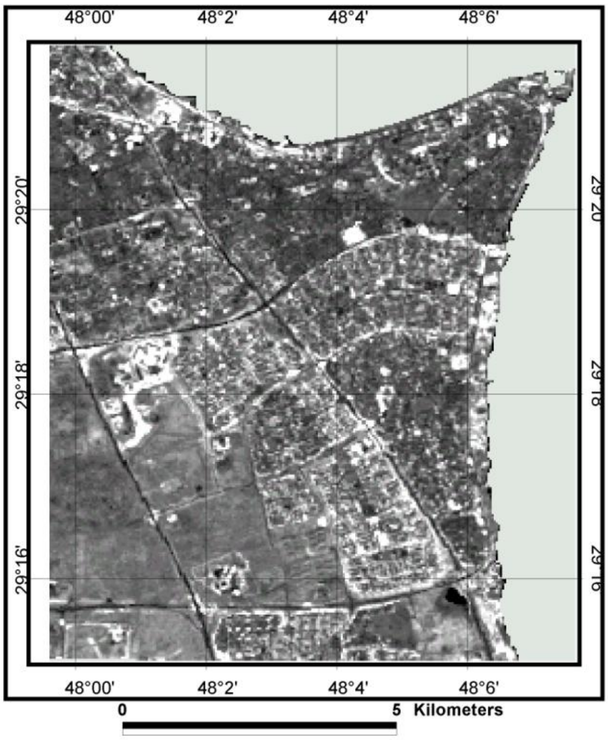
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification

شكل (16): تصنيف نتيجة مؤشر دليل النبات إلى خمس فئات – جزيرة فيلكا



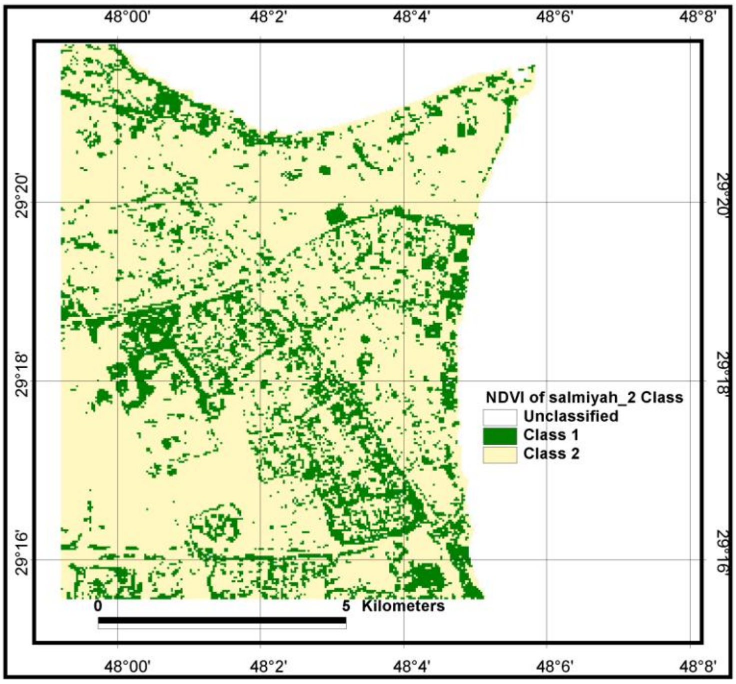
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification

شكل (17): نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل NDVI – منطقة السالمية



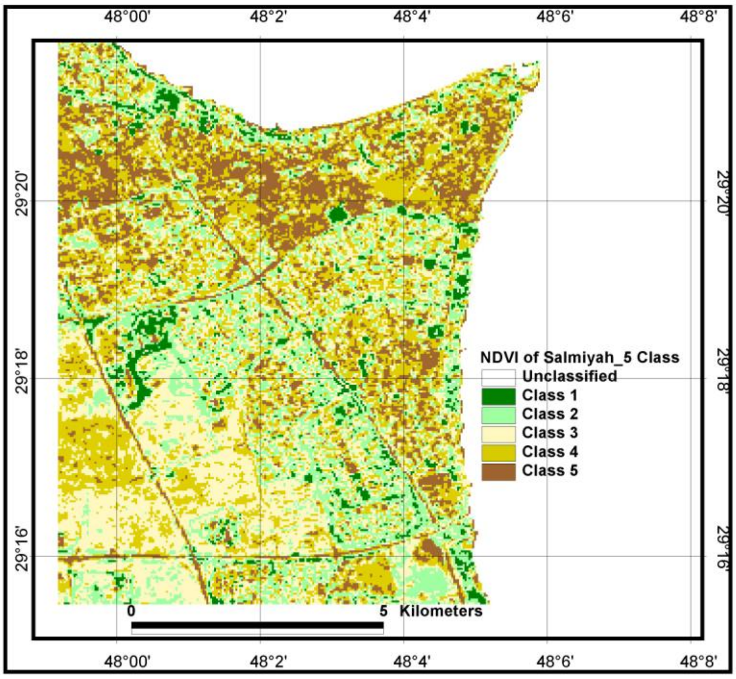
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج معالجة المرئيات الفضائية "إرداس Erdas"

شكل (18): تصنيف نتيجة مؤشر دليل النبات المعدل إلى فئتين – منطقة



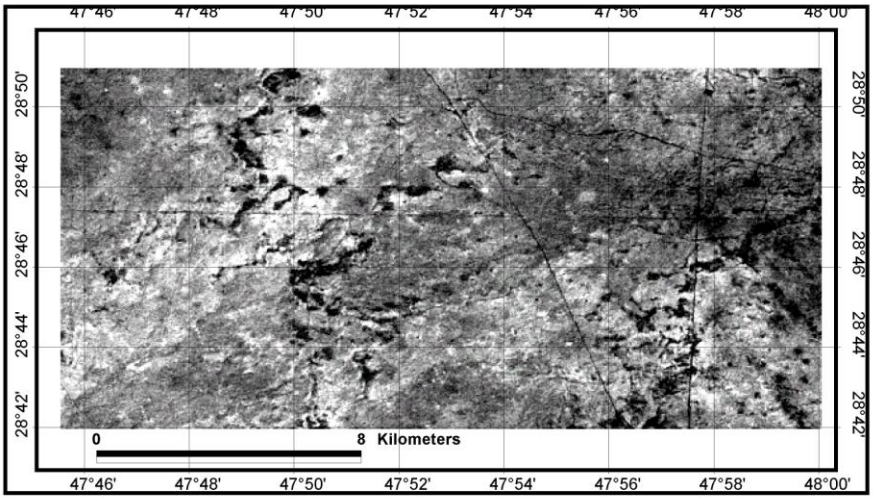
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification

شكل (19): تصنيف نتيجة مؤشر دليل النبات المعدّل إلى خمس فئات – منطقة السالمية



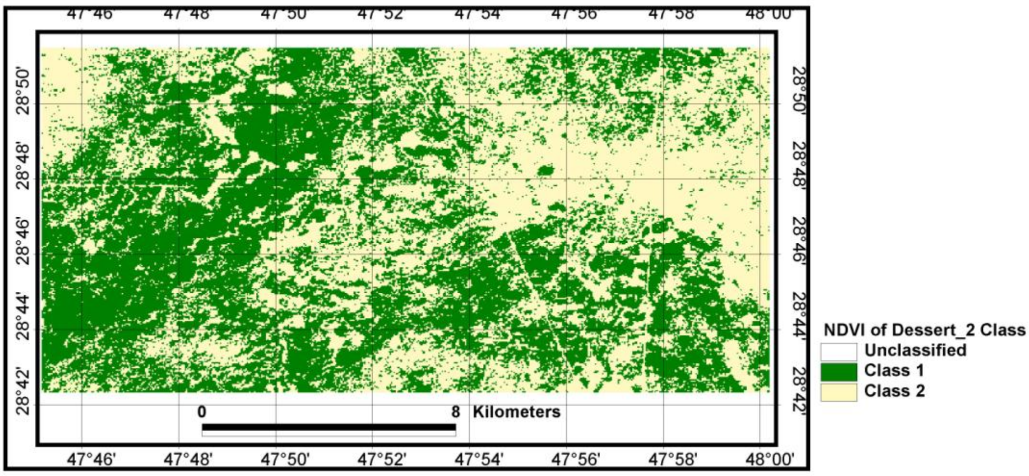
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification

شكل (20): نتيجة تطبيق مؤشر دليل النبات المعدّل NDVI – منطقة صحراوية



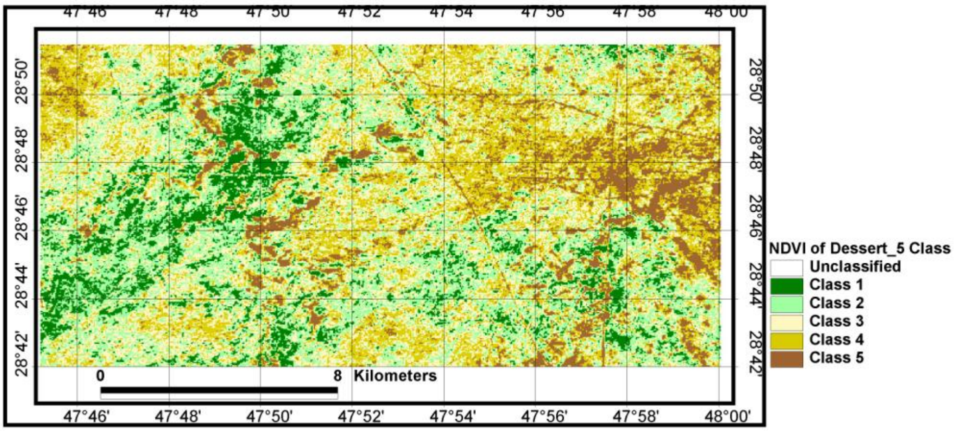
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج معالجة المرئيات الفضائية "إرداس Erdas"

شكل (21): تصنيف نتيجة مؤشر دليل النبات المعدّل الى فئتين – منطقة صحراوية



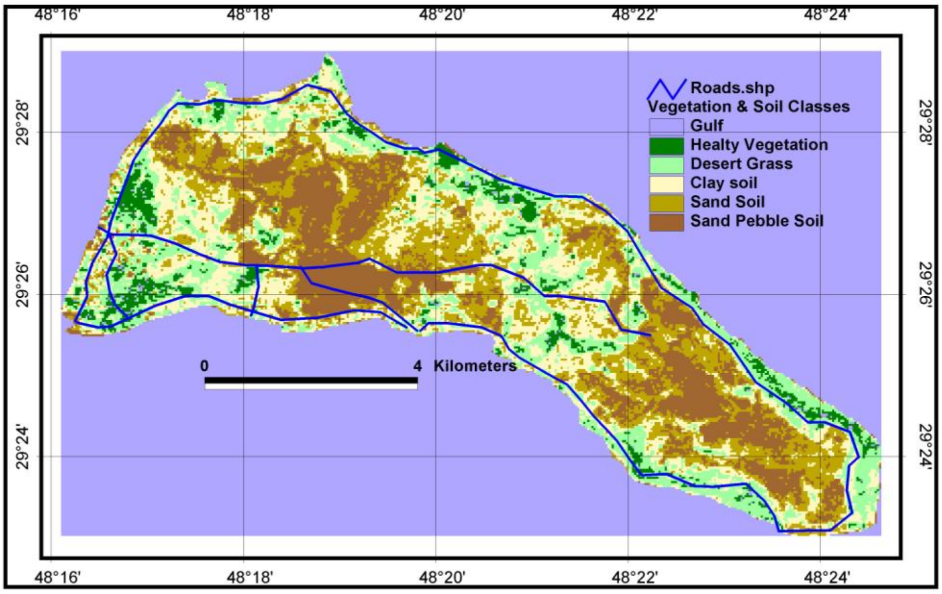
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification

شكل (22): تصنيف نتيجة مؤشر دليل النبات المعدّل إلى خمس فئات – منطقة صحراوية



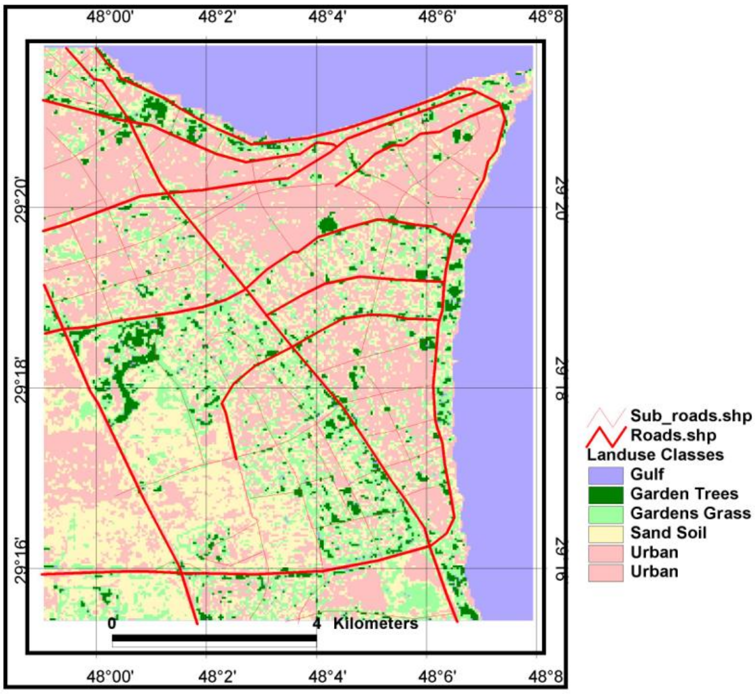
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification

شكل (34): الخريطة النهائية المصورة لتوزيع النبات والتربة – جزيرة فيلكا



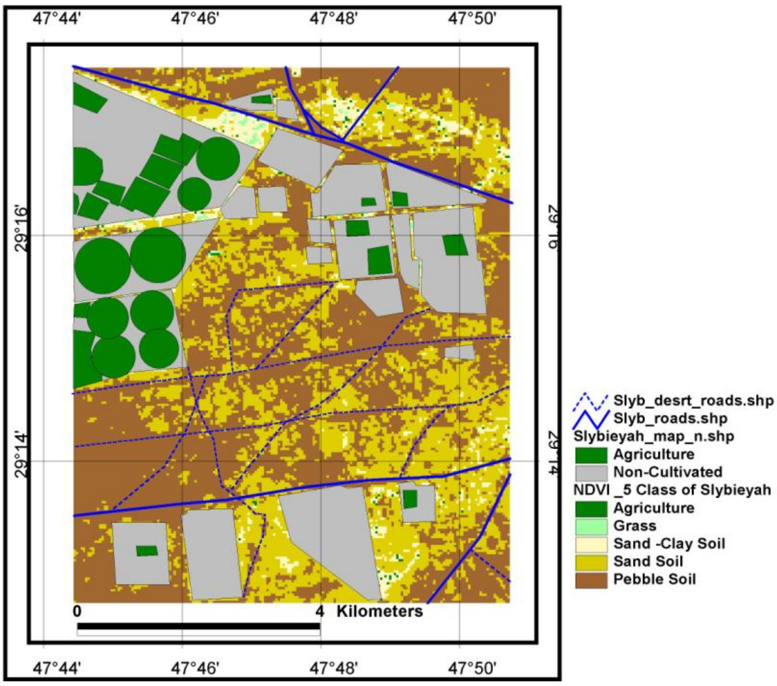
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف الموجه Supervised Classification

شكل (35): الخريطة النهائية المصورة لتوزيع النبات والتربة – منطقة السالمية



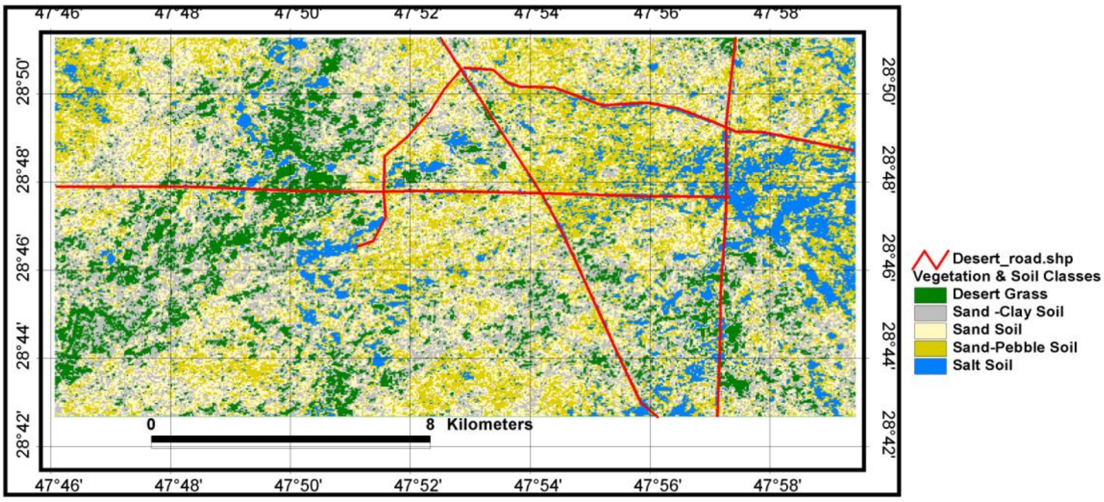
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف الموجه Supervised Classification

شكل (36): الخريطة النهائية المصورة لتوزيع النبات والتربة – مزارع الصليبية



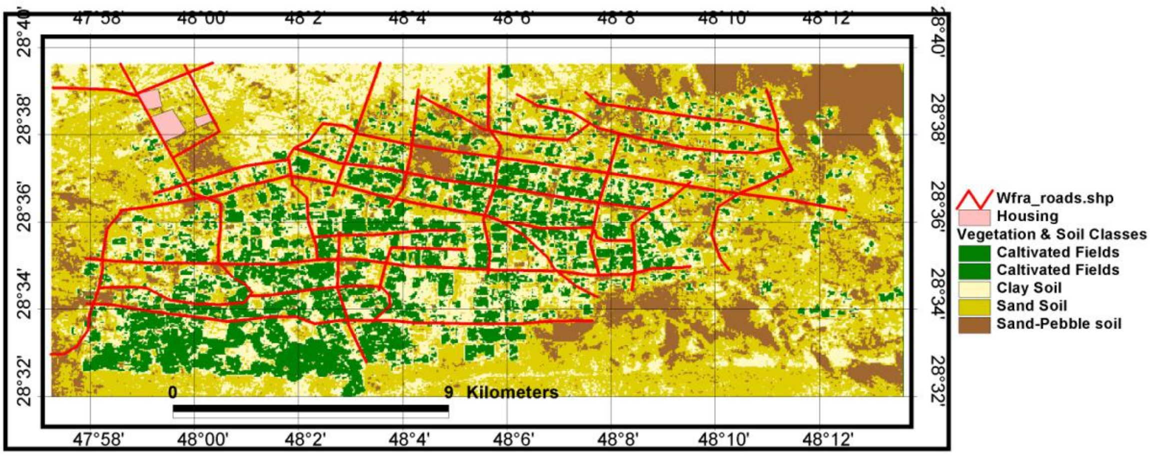
المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف الموجه Supervised Classification

شكل (37): الخريطة النهائية المصورة لتوزيع النبات والتربة – منطقة صحراوية



المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف الموجه Unsupervised Classification

شكل (38): الخريطة النهائية المصورة لتوزيع النبات والتربة – مزارع الوفرة



المصدر: من إعداد الباحث باستخدام تقنية التصنيف الموجه Unsupervised Classification

الفصل السابع

الخصائص الهيدروغرافية لأحواض أودية محمية الوعول في حوطة بني تميم - المملكة العربية السعودية[1]

دراسة كارتوجرافية تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

ملخص:

تركز الدراسة على استخدام التقنيات الحديثة في رسم الخرائط المتعلقة بالخصائص الهيدروغرافية في أحواض أودية محمية الوعول بحوطة بني تميم، وقد اعتمدت الدراسة على نظم المعلومات الجغرافية في تحويل الخريطة الطبوغرافية للمنطقة بمقياس 250.000:1 إلى خريطة رقمية، ومن ثم استخدامها كأساس طبوغرافي لتطبيق دور نظم المعلومات الجغرافية في الترسيم الكارتوجرافي الآلي للعمليات الهيدروغرافية في أحواض التصريف المائي بالمحمية بالاعتماد على برنامج التحليل المكاني Spatial Analyst.

وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي لمخرجات نظم المعلومات الجغرافية، إلى جانب المنهج التحليلي لإجراء القياسات الآلية عدد من المعادلات في اطار برنامج التحليل المكاني لانتاج رسم آلي للخصائص الهيدروغرافية في أودية محمية الوعول.

وقد تبين من الدراسة أن الخريطة الطبوغرافية بمقياس 250.000:1 التي اعتمدت عليها الدراسة في الجزء الأول منها لم تحقق نتيجة مرضية بسبب صغر مقياس رسمها، ولكنها كانت محاولة لاثبات جدوى تطبيق نظم المعلومات الجغرافي في التحليل الكارتوجرافي الآلي وخاصة في مجال الجيومورفولوجيا التطبيقية.

المصطلحات العلمية:

الخرائط الآلية، تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية الخصائص الهيدروغرافية في المحميات الطبيعية، محمية الوعول بحوطة بني تميم، المملكة العربية السعودية.

---

[1] هذه الدراسة من إنتاج: أ.د. محمد الخزامي عزيز، ومنشورة في مجلة كلية الآداب، جامعة المنيا، بصعيد مصر، اصدار خاص، 2001، العدد......، ص.ص. ....

مقدمـــــة:

كانت مهمة الكارتوجرافي التقليدية تبدأ عندما تنتهي مهمة الجغرافي، حيث يقوم الجغرافي بجمع مادته العلمية وصياغتها واختيار موضوعات الخرائط التي تخدم الدراسة، ويعقب ذلك الكارتوجرافي بدور تكميلي في الدراسات الجغرافية، وذلك بتصمي م وتمثيل الموضوعات الجغرافية بإحدى طرق التمثيل الكارتوجرافي على خرائط.

ولكن منذ اعتماد الدراسات الجغرافية على التقنيات الحديثة مثل الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية فقد اتسع نطاق دور الكارتوجرافي ليبدأ مع بداية دور تلك التقنيات في خدمة الدراسات الجغرافية، و لم يقتصر دور الكارتوجرافي على تصميم وتمثيل ورسم الخرائط فحسب، بل اتسع ليشمل طرق الاستفادة من التقنيات الحديثة في استخلاص المعلومات الجغرافية والكارتوجرافية والتي في منهجيتها تمثل مجالاً تطبيقياً جديداً يسمى باسم " الخرائط الآلية Computer Cartography"[1] .

وتعتبر كارتوجرافية الخصائص الهيدروغرافية لأحواض التصريف الجافة وغير الجافة من أهم المجالات التطبيقية للكارتوجرافيا الآلية، والتي تعتمد على التكامل التطبيقي بين نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد في استخلاص المادة الجغرافية التي من شأنها أن تسهم في تفسير نمط التصريف المائي.

وتمثل محمية الوعول في حوطة بني تميم بالمملكة العربية السعودية منطقة دراسة تطبيقية للتقنيات الحديثة في مجال دراسة خصائص التصريف المائي، باعتبارها منطقة جافة يجب تنمية مواردها المائية وحمايتها لتحقيق التوازن البيئي بالمحمية

وتضم محمية الوعول بحوطة بني تميم عشرة أحواض تصريف مائية جافة تمثل الأودية الرئيسية (شكل 1) وهي: وادي الحريق، وادي نِعام، وادي عولان، وادي مطعم، وادي الفارعة، وادي الرُحل، ووادي بوضان، وادي خور النابة، ووادي الدابرة.

وتسعى الدراسة الحالية إلى الاستفادة التطبيقية من نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد في استخلاص خرائط تحدد الخصائص الهيدروغرافية للأودية وإجراء دراسات مقارنة فيما بينها لتوضيح الأبعاد المورفومترية لتلك الأودية.

---

[1] هناك ترجمة أخرى لنفس الاسم مثل: Automated Mapping وتعني نفس المفهوم.

منطقة الدراســـــة:

يظهر شكل (1) الموقع الجغرافي للمحمية، حيث تقع في وسط المملكة العربية السعودية تقريباً، إلى الغرب من مدينة حوطة بني تميم، وعلى بعد 180كم من العاصمة الرياض. جغرافياً تمتد المحمية بين دائرتي عرض 12َ 23ْ - 35َ 23ْ شمالاً، وخطي طول 15َ 46ْ - 50َ 46ْ شرقاً، لذلك فهى تمتد من الشرق إلى الغرب أكثر من الشمال إلى الجنوب. وإدارياً تقع المحمية بكاملها داخل منطقة الرياض، إلا أنها تتبع ثلاث إدارات فرعية هى محافظة حوطة بني تميم، ومحافظة الحلوة، ومحافظة الحريق.

الرياض

45ْ 55ْ

صفر 250كم 500كم

25ْ

46ْ 15َ 46ْ 45َ

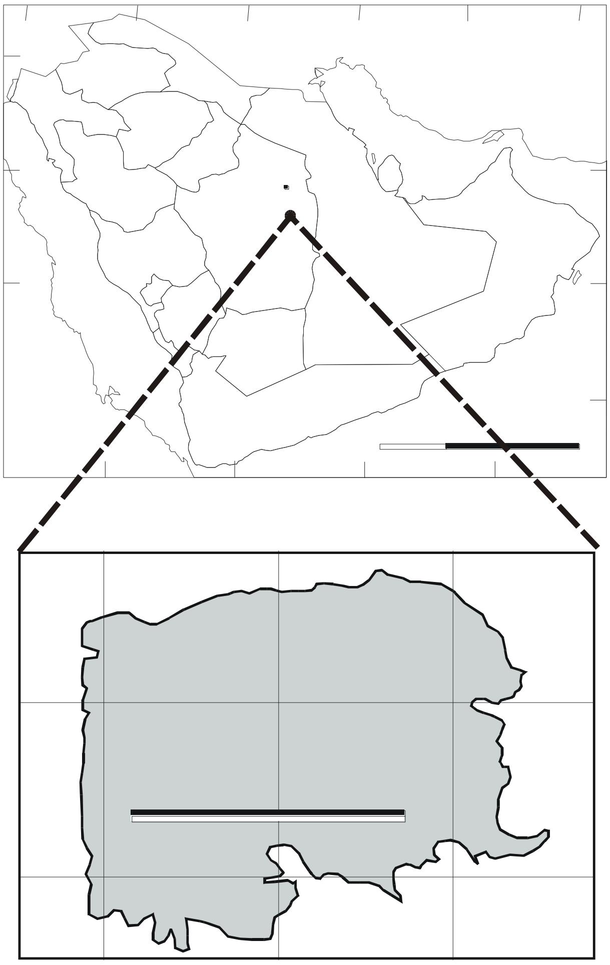
23ْ 30َ

1

صفر 30 كم

محمية حوطة بني تميم 23ْ 15َ

15ْ المنطقة الشرقية



شكل (1): الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة (محمية الوعول)

الدراسات السابقة:

تعاني أحواض التصريف المائي بالمحميات الطبيعية من قصور واضح في الدراسات التي تسعى إلى دراستها وتحديد خصائصها، فالمحميات الطبيعية تحتاج إلى اهتمام علمي متنوع بغرض تنميتها والمحافظة على توازنها البيئي، وتمثل دراستي سمير سامي (1995،1997) بداية متميزة للدراسات الجغرافية حول المحميات الطبيعية، بالرغم من أن الدراستين ركزتا بشكل أساسي على الجانب الجيمورفولوجي للمحميات الطبيعية دون التعرض الى الجانب الهيدروغرافي الذي يمثل أحد أهم الجوانب الطبيعية البيئية بالمحميات الطبيعية.

ولو خرجنا من إطار الدراسات الجغرافية للمحميات الطبيعية إلى الدراسات التي دعمت البحث العلمي التطبيقي للخصائص الهيدروغرافية نجد أن دراسة سترالر (Strahler, 1952)

تعتبر من أولى الدراسات الكمية التي أحدثت نقلة نوعية في أساليب التحليل الكمي للنظم الهيدروغرافية ومن أهمها طريقة مبتكرة لكيفية ترتيب مجاري التصريف المائي، والتي تعتمد عليها الدراسة الحالية باعتبارها من الطرق الكمية التي صممت على أساسها نظم التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية، وأيضاً دراسة شريف (Shreve, 1966) التي ساهمت في وضع قانون إحصائي مبتكر لترتيب مجاري التصريف المائي.

ودراسة والش (Walsh, 1972) تعرض منهجية تطبيقية لأسلوب ترتيب المجاري على حوض نهر ماريماك Merrimack River في هامبشير بشمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية بالاعتماد على طريقة شريف Shreve لترتيب مجاري التصريف المائي، ودراسة جاردينر (Gardiner, 1975) تعد أيضاً من الدراسات التطبيقية في مجال القي اسات المورفومترية لأحواض التصريف المائي، حيث استخدمت طرق القياسات التي تحدد الخصائص الهيدروغرافية لحوض التصريف المائي.

وتستحق دراسة سمارت (Smart, 1978) الإشادة هنا لانتهاجها أسلوباً تحليلياً لتركيب نظم شبكات التصريف المائي كإحدى العمليات الطبيعية لسطح الأر ض، حيث اعتمد في تحليلية على معادلات جبرية تربط بين العوامل المناخية والعمليات الجيمورفولوجية.

وتمثل رسالة الدكتوراه التي قدمها أحمد مصطفى لجامعة الإسكندرية (1982) حول جيمورفولوجية حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية أولى الدراسات بالمملكة التي اهتمت بالخصائص الهيدروغرافية لحوض وادي حنيفة، والعوامل الطبيعية المختلفة التي ساهمت في تشكيل تلك الخصائص، وأيضاً دراسة على صادق (1986) تعتبر من الدراسات العربية المتميزة التي استخدمت الأساليب التحليلية في دراسة جيمورفولوجية بعض أحواض التصريف في غرب سيناء ووسط شبهالجزيرة العربية.

ودراسة عبد الحميد كليو (1988) تعتبر دراسة نظرية تطبيقية لأساليب التحليل الجيمورفولوجي لأودية حافة جال الزور في الكويت، حيث غطت الجوانب النظرية لطرق التحليل الجيمورفولوجي وكذلك الجانب التطبيقي للقياسات المورفومترية واستخلاص العلاقات المكانية المختلفة لنظم التصريف للأودية.

وتأتي دراسة مارك (Mark, 1988) بأسلوب جديد نوعاً ما في مجال الجيمورفولوجيا التطبيقية، وهو نمذجة شبكات التصريف المائي كأسلوب جديد في النظم الجيمورفولوجية، وتعتبر دراسة تاربتون وآخرون (Tarboton and others, 1991) من أهم الدراسات الحديثة التي اهتمت بكيفية الاستفادة من التقنيات الحديثة في استخلاص شبكات التصريف المائي من بيانات رقمية للارتفاعات التضاريسية بأسلوب التحويل الخطي Vectorization model.

وبالرغم من أن دراسة محمد بوروبة (1999) لاتختلف كثيراً عن الدراسات التي سبق الإشارة إليها في أسلوب التحليل المورفومتري، إلا أن تطبيقها على الحوض الهيدروغرافي لوادي الكبير الرمال بالجزائر جعلها تمثل أهميةً مرجعية كنموذج للمقارنة في مجال الدراسات التطبيقية.

وتعتبر محمية الوعول في حوطة بني تميم – منطقة الدراسة الحالية– من المناطق التي تعاني من قصور كبير ليس فقط في الدراسات الجغرافية ولكن أيضاً في الخرائط، حيث تقتصر الخرائط التي رسمت عن المنطقة التي تقع فيها على الخرائط الطبوغرافية 250.000:1، 500.000:1، 1.000.000:1 أما الخرائط الطبوغرافية ذات مقاييس الرسم الأكبر فلم يتم إنتاجها في إدارة المساحة العسكرية بالرياض باعتبارها الجهة الحكومية الوحيدة المسئولة عن إنتاج هذا النوع من الخرائط.

أما الدراسات التي تعرضت للمحمية على وجه الخصوص فهى عبارة عن مجموعة من التقارير الحكومية غير المنشورة أعدها خبراء في شئون المحميات الطبيعية بتكليف من الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها بالرياض.

وقد شملت تلك التقارير موضوعات متنوعة منها ماإهتم بشئون حماية الوعول [2]، وأخرى اهتمت بتواجد الإبل في المحمية [3]، ودراسات حول إزالة المخالفات بالمحمية [4]، ودراسات حول التربة بالمحمية[5] اتسمت بالبساطة من خلال الاعتماد على بعض العينات العشوائية التي أُخذت من بعض الأودية لتحليل مكونات التربة.

---

[2] راجع: دراسات خوشال حبيبي .Khushal Habibi, 1991. & 1993، ودراسة محمد التوم، 1409هـ.

[3] راجع: فاي روبرتسون .Fay Robertson, 1993.

[4] راجع: سالم سليمان وآخرون، 1413هـ.

[5] راجع: خالد العقيل وعبد الله الوتيد، 1413هـ، ودراسة علي العساف وخالد العقيل، 1417هـ.

أما الدراسة الجغرافية الوحيدة التي نشرها عبد الله الوليعي (1417هـ) على هيئة فصل من كتاب حول المحميات الطبيعية في المملكة العربية السعودية، فتتضمن تغطية شاملة حول الخصائص الجغرافية للمحمية.

ويتضح مما سبق أن الدراسات الجغرافية المتخصصة لم تجد طريقها إلى المحمية، و لم تسع إحدى الدراسات أو التقارير سابقة الذكر والمتعلقة بالمحمية إلى إمكانية الاستفادة من التقنيات الحديثة مثل الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

ويتضح أيضاً عدم توفر دراسات تهتم بالخصائص الهيدروغرافية لأحواض التصريف المائي بالمحمية، لذلك تسعى الدراسة الحالية إلى الاستفادة من التكامل التطبيقي بين نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خرائط آلية تغطي الخصائص الهيدروغرافية لأحواض التصريف المائي بالمحمية.

موضوع الدراسة الحالية وأهميته:

تعتبر دراسة الخصائص الهيدروغرافية في المحميات الطبيعية من أهم الدراسات التي تسعى إلى تنمية التركيب البيئي في المحميات من حيث التعرف على أنماط التصريف الهيدروغرافي بالمحمية وأثرها على مورفولوجية المحمية وتأمين التواجد المائي السطحي والجوفي فيها.

ويغطي موضوع الدراسة الحالية الرسم الكارتوجرافي لخصائص التصريف الهيدروغرافي لأحواض أودية محمية الوعول بحوطة بني تميم على أسلوب تطبيقي للكارتوجرافية الآلية للعمليات الهيدرولوجية في أحواض أودية المحمية،

مشكلة الدراسة وأهدافها:

يمثل النقص الشديد في الخرائط الموضوعية Thematic maps الطبيعية والبشرية لإقليم محمية الوعول عائقاً كبيراً نحو تنمية المحمية، فعند مقارنتها بالمحميات الطبيعية الأخرى نجد أن الجهود البحثية والتقارير التي أنجزت لم تسع إلى توقيع نتائجها على خرائط واضحة المعالم، بل اقتصرت على بلورة تقارير يغلب عليها الطابع الوصفي، وإن كان بعضها يأخذ الجانب التطبيقي والمتمثل في أخذ عينات من التربة لفحصها، إلا أن غياب وجود خريطة

توضح مواقع العينات أو الخروج بخريطة لتصنيف التربة بالمحمية هو من دواعي الاهتمام بالجانب الكارتوجرافي للمحمية.

وحيث إن الجانب الجغرافي الطبيعي يشكل أهمية كبيرة في شئون المحميات الطبيعية، لذلك فإن الخرائط التي تسعى الدراسة الحالية إلى استخلاصها وترسيمها سوف تشكل سابقة كارتوجرافية متميزة، وعليه فإن أهداف الدراسة هى:

1) الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج مجموعة من الخرائط التي تتعلق بخصائص التصريف المائي بأودية المحمية.

2) الاعتماد على التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد في إجراء تحليل مورفومتري لأحواض التصريف المائي وتحديد خصائصها المختلفة.

تساؤلات الدراسة:

تركز الدراسة على طرح الاستفسارات التالية:

1 - ماهو دور التقنيات الحديثة في مجال ترسيم خرائط توضح الخصائص الهيدروغرافية بصورة آلية؟

2 - ماهو المستوى الفني والعلمي للخرائط الآلية مخرجات الدراسة الحالية؟

3 - ماهى الخصائص الهيدروجرافية المختلفة لأحواض التصريف المائي في محمية الوعول؟

4 - ماهى النتائج التطبيقية للدراسة؟

منهج الدراسة:

تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي لمخرجات نظم المعلومات الجغرافية وكذلك المنهج التحليلي لتطبيق المعادلات التحليلية بغرض رسم كارتوجرافي آلي لخصائص أحواض التصريف المائي بالمحمية واستنتاج العلاقات المكانية المختلفة.

أسلوب الدراسة:

تأخذ الدراسة أسلوباً تطبيقياً يتفق مع طبيعة المعلومات التي تعتمد عليها من ناحية، وعلى كيفية الاستفادة المثلى من النمذجة الآلية لرسم الخصائص الهيدروغرافية في أحواض محمية الوعول، ويمكن تحديد مراحل إنجاز الدراسة (شكل 4) على النحو التالي:

أ) مرحلة تجميع البيانات والمعلومات:

اعتمدت هذه المرحلة على عدة مصادر معلوماتية كل حسب نوع المعلومات والطريقة التي تم جمعها وتصنيفها على النحو التالي:

- معلومات مكتبية وخرائط:

هذا النوع من المعلومات يمثل للجغرافي والكارتوجرافي نقطة البداية بالنسبة للدراسات البحثية، حيث يستخلص من خلاله المستوى البحثي الذي يمكن أن يكون قد تحقق في مجال دراسته وعرض ذلك في فقرة دراسات سابقة للوقوف عند نقاط العجز والتقصير البحثي، وتحديد هدف دراسته لاستكمالها.

كما يشمل هذا النوع من المعلومات جمع الخرائط المتاحة سواء طبوغرافية حكومية أو غيرها، وقد أُعتمد في الدراسة على مكتبة مركز المعلوم ات بالهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها بالرياض للحصول على الدراسات البحثية السابقة . أما الخرائط الطبوغرافية فقد تم الحصول عليها من أرشيف الخرائط بقسم الجغرافيا بجامعة الملك سعود.

– معلومات ميدانية: وقد اعتمد الباحث على البيانات الميدانية التي تم جمعها أثناء رحلة ميدانية للمحمية مع فريق عمل من الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها بالرياض، ومن أهم هذه البيانات الملاحظة الميدانية لطبيعة المحمية من حيث امتداد الأودية، والغطاء النباتي، وسبل حمايته، وتحديد مواقع الخدمات البشرية لرعاية وحماية المحمية، تحديد نقاط التحكم في الرعي الجائر من خلال بوابات بأسلاك شائكة، نقاط تجمع المياه في الأودية، نقاط تجمع الوعول.

ب) مرحلة إدخال البيانات والمعلومات:

أخذت هذه المرحلة اتجاهين أساسيين حسب نوع المعلومات كالتالي:

1 – تحويل الخرائط الطبوغرافية الورقية إلى خرائط رقمية Digital maps في نظم المعلومات الجغرافية بواسطة عملية ترقيم الخرائط Map digitization في برنامج "آركفيو" Arc/View 3.2 ، ومن ثم تجهيز قاعدة معلومات خرائطية عن المحمية على هيئة طبقات Layers ، كما يظهرها شكل (2) على النحو التالي:

- طبقة الخطوط الكنتورية وقيم الارتفاعات
- طبقة نقاط الارتفاع المطلقة (المناسيب) والتي تقع عند قمم للمرتفعات أو عند الأودية فيما بين خطوط الكنتور في الطبقة السابقة
- طبقة التجمعات السكنية والقرى بالمنطقة
- طبقة مراكز الخدمات البشرية المعروفة باسم مراكز الجوالة
- طبقة خطوط سير الجوالة بالمحمية
- طبقة حدود الأودية حسب الخريطة الطبوغرافية
- طبقة الحدود المقترحة للمحمية
- طبقة شبكة الطرق في إقليم المحمية
- طبقة مواقع الأسلاك الشائكة لحماية المحمية من الرعي الجائر
- طبقة مواقع تجمعات المياه في الأودية بالمحمية

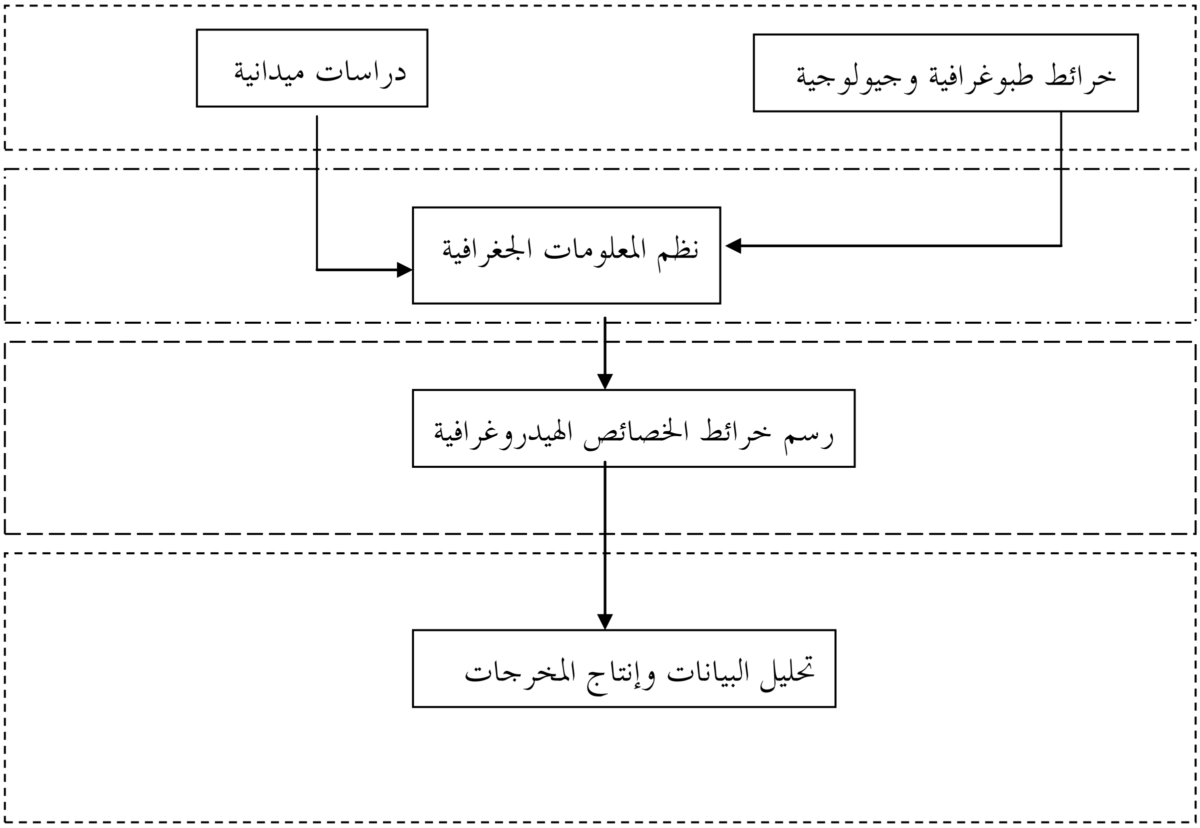
2– تحويل الخريطة الجيولوجية الورقية[6] لإقليم المحمية إلى خريطة رقمية (شكل 3)، لكي يمكن الاستفادة منها في الدراسة، والتي يمكن تفسير التركيب الجيولوجي كما توضحه الخريطة على النحو التالي:

- ينتشر تكوين منطقة ضرما من الحجر الجيري التابع للزمن الجوراسي الأوسط في حوالي ثُلث مساحة المحمية (32.3%) في القسم الغربي منها.
- تمتد صخور الحجر الجيري في منطقة جبل طويق التي تمتد في وسط المحمية بنسبة 13% من إجمالي المساحة للمحمية، وهى في الغالب التي تنتشر عليها المرتفعات في المنطقة، وحافات بعض الأودية.

---

[6] الخريطة الجيولوجية الورقية عن: عبد الله الوليعي، 1998، ص .180

- يمتد تكوين منطقة حنيفة من الحجر الجيري اللين الذي يعود إلى الجوراسي الع لوي في مساحة 27% والتي تنتشر عليها الأودية، حيث ساعدت على عمليات تكوين شبكة التصريف المائي في الأودية.
- تتوغل صخور الحجر الجيري في منطقة الجبيلة على مساحة ليست بالقليلة تصل إلى 18.3%.
- كما تنتشر في مناطق متفرقة بالمحمية صخور الطمي الرباعي في غرب، وجنوب، وشمال شرق، وشرق حيث تشكل مساحة 11%.
- هذا إلى جانب الحجر الرملي في منطقة المنجور غرب المحمية.



شكل (4): التدفق المعلوماتي حسب مراحل الأسلوب التطبيقي للدراسة

المناقشة والتحليل

تعتمد الدراسات المتعلقة باستخلاص الخصائص الهيدروغرافية عادةً على خرائط طبوغرافية بمقاييس رسم مناسبة تسمح بتحديد أحواض التصريف المائي بواسطة الخطوط الكنتورية، وإجراء طرق التحليل الكمي للخصائص المورفومترية لأنماط التصريف المائي . وبالطبع يتم إنجاز تلك القياسات بواسطة الأساليب اليدوية والعمليات الحسابية المختلفة[7]. وتحتاج هذه القياسات اليدوية والعمليات الحسابية إلى وقت وجهد حيث تتفاوت دقتها بتفاوت مستوى التركيز لدى الباحث، ولا نقلل من أهميتها في هذا السياق، ولكن نشير هنا إلى إمكانية الاعتماد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية في إجراء تحليل كمي للخصائص الهيدروغرافية لأحواض التصريف بالمحمية ومن ثم تقييمها والوقوف عند إيجابياتها وسلبياتها، وتحديد إمكانية التغلب على السلبيات بهدف الرقي بمستوى النتائج.

يتمثل الدور التطبيقي لنظم المعلومات الجغرافية هنا في إجراء العمليات التحليلية الآلية للعمليات الهيدروغرافية في منطقة الدراسة بغرض إنتاج الوثائق الكارتوجرافية Cartographic Documents التي تغطي الجوانب الكارتوجرافية لخصائص التركيب الهيدروغرافي لأودية محمية الوعول، وذلك على النحو التالي:

1) إنتاج الخريطة الكنتورية الآلية لإقليم المحمية
2) تحويل الخريطة الكنتورية إلى خريطة مناسيب ارتفاعات Spot height
3) إنتاج خريطة المسطح التضاريسي Surface map
4) إنتاج خريطة اتجاه الصرف المائي السطحي Flow Direction map
5) إنتاج خريطة التصريف المائي التراكمي Flow Accumulation map
6) إنتاج خريطة قنوات التصريف المائي السطحي Flow Channels
7) إنتاج خريطة ترتيب المجاري المائية حسب نظرية سترالر Strahler ordering methode

---

7) راجع: محمد عبد الله الصالح، 1992، بعض طرق قياس المتغيرات في أحواض التصريف، وأيضاً:
Gardiner, V., 1975, Drainage Basin Morphometry, British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin, No. 4.

8) إنتاج خريطة أحواض التصريف المائي Basins map

1) إنتاج الخريطة الكنتورية الآلية:

يوضح شكل (5) الخريطة الكنتورية الآلية لمنطقة المحمية، والتي تم إنتاجها من عملية الترقيم Map Digitization في برنامج "آركفيو" لنظم المعلومات الجغرافية، حيث تم الاعتماد على خريطة ورقية بمقياس رسم 250.000:1 من إنتاج المساحة العسكرية بالرياض، والتي تغطي منطقة المحمية في لوحتين متجاورتين من نفس المقياس، حيث تم الاعتماد على الخريطة المجمعة[8] من اللوحتين وتغطي المحمية (شكل 1)، ونرى أن الفاصل الكنتوري كبير، والذي يصل إلى 100متر، وتتراوح الارتفاعات التضاريسية بالمحمية بين 600-1200متر فوق منسوب سطح البحر.

وتوضح الخطوط الكنتورية عدداً كبيراً من الأودية الرئيسية والفرعية التي تشغل مساحة كبيرة من المحمية داخل الحدود المقترحة للمحمية [9]، كما تظهر على الخريطة الوحدات الطبوغرافية بالمحمية، حيث تضم مجموعة من الهضاب التي تزيد في ارتفاعها عن 800متر فوق مستوى سطح البحر، حيث تسود الصخور الجيرية مع انتشار الكتل الصخرية الكبيرة والمتوسطة الأحجام، وتتوسط هذه الهضاب وديان تترسب بها تربة ناعمة نسبياً ذات درجات متفاوتة في العمق[10].

---

[8] تعود الخريطة المجمعة الى جهود مركز المعلومات الجغرافية بالهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها بالرياض، وهى الخريطة الطبوغرافية الوحيدة التي كانت متوفرة للدراسة الحالية.

[9] يعود ترسيم خط الحدود المقترح للمحمية الى مركز المعلومات الجغرافية بالهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها بالرياض حسب التوصيات المختلفة للخبراء في المحميات الطبيعية.

[10] أنيس السعيد، 1413هـ.

2) تحويل الخريطة الكنتورية إلى خريطة مناسيب ارتفاعات:

تعتمد العمليات التحليلية للخصائص الهيدروغرافية على خريطة المسطح التضاريسي Surface map والتي تحتاج بدورها إلى نقاط المناسيب بالمنطقة وليست خطوط الكنتور حسب الوظيفية التحليلية المتوفرة في البرنامج الفرعي للتحليل المكاني Spatial Analysis المرفق مع برنامج "آركفيو"، لذلك تم عمل برنامج مخصص Script[11] للقيام بالمهمة الآلية لتحويل الخطوط الكنتورية إلى نقاط مناسيب، ومن ثم تشغيله في برنامج "آركفيو" لإنجاز المهمة الآلية.

مخطط البرنامج الخاص بتحويل الخطوط الكنتورية إلى نقاط مناسيب

```
'theContourTable = av.FindDoc("Hutah.dat").FindTheme("Hutah.shp").GetFTab
'thePontsTable = av.FindDoc("Spoth.dat").FindTheme("Spotheights.shp").GetFTab
theContourThme = MsgBox.Choice (av.GetActiveDoc.GetThemes, "Select The
Contour Theme", "")
theContourTable = theContourThme.GetFtab
theElevField = MsgBox.Choice (theContourTable.GetFields, "Select The Elvation
Field", "")

 '########################################################################
theView = av.GetActiveDoc

'If a theme in the view is being edited, Stop Editing it before creating new theme
editThm = theView.GetEditableTheme
if (editThm <> nil) then
  doSave = MsgBox.YesNoCancel("Save edits to "+editThm.GetName+"?","Stop
Editing",true)
  if (doSave = nil) then
    return nil
  end
  if (editThm.StopEditing(doSave).Not) then
     MsgBox.Info("Unable to Save Edits to "
               + editThm.GetName +
              ", please use the Save Edits As option", "")
     return nil
  else
     theView.SetEditableTheme(NIL)
  end
end

type = MsgBox.ChoiceAsString({"Point", "Line", "Polygon"}, "Feature type:", "New
Theme")
```

[11] البرنامج مصمم على أساس لغة البرمجة المعروفة باسم Avenue ، وهى لغة برمجة خاصة ببرنامج "آركفيو" لعمل تطبيقات خاصة أو إضافة وظائف تحليلية جديدة على البرنامج.

```
if (type = "Point") then
  class = Point
elseif (type = "Line") then
  class = PolyLine
elseif (type = "Polygon") then
  class = Polygon
else
  return nil
end

def = av.GetProject.MakeFileName("theme", "shp")

def = FileDialog.Put(def, "*.shp", "New Theme")

if (def <> nil) then
  tbl = FTab.MakeNew(def, class)
  if (tbl.HasError) then
     if (tbl.HasLockError) then
        MsgBox.Error("Unable to acquire Write Lock for file " + def.GetBaseName, "")
     else
     end
     return nil
  end
  fld = Field.Make("ID", #FIELD_DECIMAL, 8, 0)
  fld.SetVisible( TRUE )
  tbl.AddFields({fld})
  tbl.SetEditable(False)
  theTheme = FTheme.Make(tbl)
theView.AddTheme(theTheme)
  theTheme.SetActive(TRUE)
  theTheme.SetVisible(TRUE)
  theView.SetEditableTheme(theTheme)
  av.GetProject.SetModified(true)
end


'###################################################################

thePontsTable = theTheme.GetFTab
thePontsTable.SetEditable(TRUE)

thtTable = Table.Make(thePontsTable)
theFld = thtTable.MakeField

if (theFld <> NIL) then
  thtTable.GetVTab.AddFields({theFld})
  thtTable.SetActiveField(theFld)
end

'###################################################################

for each rec in theContourTable
  thePointList =
theContourTable.ReturnValue(theContourTable.FindField("shape"),rec).AsList
```

```
 'theElev = theContourTable.ReturnValue(theContourTable.FindField("elev"),rec)
 theElev = 2
 for each p in thePointList
   for each pp in p
     newRec = thePontsTable.AddRecord
     thePontsTable.SetValue(thePontsTable.FindField("shape"),newRec,pp)
     thePontsTable.SetValue(theFld,newRec,theElev)
   end

 end
end

thePontsTable.SetEditable(FALSE)
```

المصدر: برنامج Script من برنامج آركفيو مع تعديلات الباحث

ويحتوي البرنامج [12] على ثلاثة مقاطع هى:

- مقطع راس البرنامج Head File وذلك لاستقراء الملف الأساسي لخطوط الكنتور باسم "Hutah.shp" والملف المعلوماتي المقترن به والذي يحتوي على قيّم خطوط الكنتور باسم "Hutah.dat" ، ومن ثم تحديد الملف المطلوب استحداثه لنقاط المناسيب باسم "Spotheights.shp" والملف المعلوماتي المقترن به باسم "Spoth.dat" .
- مقطع استقراء الخطوط وبيانات الجدول المقترن به وإجراء التحويل من نقاط متصلة الى نقاط منفردة.
- مقطع التخزين وتكوين الجدول الجديد لقيّم الارتفاعات التضاريسية لنقاط المناسيب المستحدثة.

وشكل (6) يمثل النتيجة التطبيقية للبرنامج، حيث نجد أن الإطار الكمي لنقاط المناسيب يمكن بلورته على النحو التالي:

- مجموع نقاط المناسيب الإجمالي داخل حدود المحمية هو 2563 نقطة.
- تنحصر النقاط التي تحمل القيم 600متر في 209 نقطة بنسبة 8.2%، وهو أقل منسوب تضاريسي بالمحمية.

[12] يمكن الاستفادة من البرنامج في جميع التطبيقات المماثلة مع ضرورة تغيير مسميات الملفات في مواقعها الصحيحة داخل المقطع الأول بالبرنامج المعروف باسم "Head File".

- يصل عدد النقاط التي تحمل القيم 700 متر إلى 649نقطة منسوب بنسبة 25.3% أي أكثر من رُبع إجمالي نقاط المناسيب في المحمية، مما يوضح النطاق التي تمتد فيه الأودية.
- وصل عدد نقاط المناسيب التي تحمل القيم 800 متر إلى أكبر عدد، حيث وصل الى 849 نقطة منسوب بنسبة 33.1% أي أكثر بقليل من ثُلث نقاط الم ناسيب في المحمية، و أن النقاط التي تحمل قيم 700 و 800 متر تزيد عن نصف مجموع نقاط المناسيب.
- والنقاط التي تحمل قيم 900 متر وصلت إلى 478 نقطة منسوب بنسبة 18.7%، وعليه تكون النقاط التي تحمل القيّم الثلاثة 700، 800، 900 متر تحتل أكثر من ثلاثة أرباع نقاط المناسيب، مما يشير إلى أن المنطقة تسود فيها ظاهرة الهضاب المرتفعة التي تتخللها الأودية الجافة التي تنحدر من ارتفاعات تزيد عن 900متر إلى أقل من 600متر وهذه طبيعة تضاريسية فريدة من نوعها، ويعكس النشاط الكبير لعمليات النحت المائي الذي صاحب تدفق السيول، وكذلك الانهيارات الصخرية التي تبدو واضحة للباحث في قيعان الأودية أثناء المسح الميداني.
- وتبقى نقاط المناسيب المرتفعة نسبياً وهى النقاط التي تحمل قيّم 1000 متر بعدد 321 نقطة منسوب بنسبة 12.5%، والنقاط التي تحمل منسوب 1100 متر بعدد 57 نقطة منسوب بنسبة 2.3% وهى عبارة عن قمم جبلية متفرقة في المنطقة وخاصة في النطاق الأوسط من غرب المحمية.
- وتشير البيانات إلى أن أعلى قمة جبلية في المنطقة هى 1154 متر، هذا بالإضافة إلى بعض القمم التي ترتفع قليلاً ببضعة عشرات الأمتار عن بقية الهضاب المرتفعة حولها، وتحتل قيّم 988، 1012، 1050، 1091، 1084 متر، والتي تظهر على الخريطة بواقع نقطة منسوب مفردة لكل منها، وهذا يشير إلى وجود صخور صلبة تعترض عوامل التعرية المختلفة وتتصدر الارتفاعات الشاهقة على هيئة قمم بارزة.

3) إنتاج خريطة المسطح التضاريسي Surface map:

تمثل خريطة المسطح التضاريسي الأساس الطبوغر افي الذي تعتمد عليه العمليات التحليلية التالية، ويتم إنتاجها بواسطة الاعتماد على استقراء نقاط المناسيب من نتيجة الفقرة السابقة، وتحويلها إلى المسطح التضاريسي بواسطة برنامج التحليل المكاني المرفق مع برنامج "آركفيو"، حيث يمكن بسهولة تغيير الفاصل الكنتوري بدو ن قيود للحصول على التدرج التضاريسي.

وبدراسة شكل (7) نجد الخصائص التضاريسية التالية:

- تتركز المرتفعات في المساحة الغربية من وسط المحمية، والتي تشكل منابع التصريف المائي في جميع الاتجاهات بالمحمية، وخاصة في الاتجاه الشرقي حيث تنحدر التضاريس تدريجياً لتشكل أحواض التصريف الكبيرة ومن أهمها حوض وادي مِطعم.
- تتدرج الارتفاعات التضاريسية من الشمال إلى الجنوب بصورة سلسة

4) إنتاج خريطة اتجاه التصريف المائي Flow Direction map:

يقصد بخريطة اتجاه التصريف المائي بأنها الخريطة التي توضح الاتجاهات المختلفة للانحدارات التضاريسية في المنطقة والتي تتفق مع اتجاهات امتداد الأودية من المنابع إلى المصب، وهذا النوع من الخرائط يعتمد في تصميمه على طبيعة التضاريس في المنطقة التي تمثلها خريطة المسطح التضاريسي في الفقرة السابقة.

وتحتاج عملية إنتاج خريطة اتجاه التصريف المائي إلى **معادلة** تحويل خريطة المسطح التضاريسي إلى خريطة اتجاه التصريف كالتالي:

[Surface from Elevation].FlowDirection (False)

حيث أن:

Surface from Elevation = هى خريطة المسطح التضاريسي

، FlowDirection = هى الخريطة المطلوب استحداثها لاتجاه التصريف

أي أن تفسير المعادلة هو: من خريطة المسطح التضاريسي اعتمد على بيانات الارتفاعات في استحداث خريطة اتجاه التصريف.

وبدراسة الخريطة المستحدثة لاتجاه التصريف المائي شكل (8) نجد أن النتيجة هى تصنيف اتجاهات التصريف في مجموعات فئوية منتظمة، بحيث تشمل كل فئة مجموعة من الاتجاهات، يتم الاعتماد في استقراء درجة الاتجاه بالاعتماد على الاتجاه الجغرافي الشمالي الحقيقي للخريطة بناءً على الإحداثيات الجغرافية للخريطة وفي اتجاه عقارب الساعة، حيث الفئة الأولى تضم الاتجاهات من ˚1-˚29، وهى المساحات الواردة بالخريطة باللون الفاتح، وتتدرج الفئات اللونية حتى الفئة الأخيرة التي تحتل اتجاهات الانحدارات من ˚227-˚265 باللون الداكن. ويمكن بواسطة أسلوب التدرج الفئوي في نظم المعلومات الجغرافية من إعادة التقسيم الفئوي لمجموعات أكثر لتوضيح الفروق في الاتجاهات المكانية المختلفة أو تقليل المجموعات بهدف التبسيط، أي هذه الإمكانية متوفرة تماماً وتتوقف على مدى اقتناع الباحث بمستوى التفريق المكاني بين الفئات ، وإذا اعتبرنا أن التقسيم الفئوي على الخريطة إلى تسع مجموعات مناسب، فانه يمكن استخلاص الاستنتاجات الكمية التالية:

- تشغل الفئة الأولى من اتجاهات التصريف المائي من ˚1-˚29 نسبة 27% من مجموع مساحة المحمية، وهو اتجاه الشمال الشرقي، حيث الأودية المتجهة من وسط المحمية إلى شمالها وشمال شرقها.
- تشغل الفئتان الأولى والثانية من ˚1-˚57 نسبة 39% من مجموع مساحة المحمية مما يشير إلى تأكيد الاتجاه الشرقي كاتجاه سائد.
- وتتدرج نسب الفئات الأخرى حتى تصل أدناها في الفئة من ˚227-˚255 والتي لاتزيد نسبتها عن 2% من مجموع مساحة المحمية، وتتركز في منطقتين إحداهما في الشمال الشرقي للمحمية حيث تقع عند حافة صخرية صلبة تعترض الاتجاه ا لسائد لأودية وادي الحريق وهو الشمالي الشرقي ليكون الجنوبي الغربي، والأخرى تقع على الحدود الجنوبية للمحمية على مساحة كبيرة نسبياً عند التقاء الأودية الفرعية بالأودية الفرعية لوادي بوضان حيث تأخذ الاتجاه المحلي نحو الجنوب الغربي.

وتحتاج عملية إنتاج خريطة التصريف المائي التجميعي في الخطوة التالية الى نوع من المعالجة الإضافية لخريطة التصريف المائي بغرض استبعاد الفجوات التضاريسية Sinks التي

تعترض اتجاه التصريف المائي والناتجة عن وجود حفر أو منخفضات مفاجئة على المنحدرات التضاريسية ناتجة عن عمليات الانهيارات الصخرية أو عمليات التعرية الأخرى، وهذا النوع من الفجوات التضاريسية لايحقق عمليات التصريف المائي التجميعي Flow Accumulation ولذلك يتم أولاً حساب مكاني آلي على خريطة التصريف المائي لتحديد الفجوات Identify Sinks ومن ثم إجراء عملية آلية لملء تلك الفجوات Fill Sinks واستخراج خريطة التصريف المائي التجميعي.

ولتحديد مواقع الفجوات التضاريسية تُطبق المعادلة الآلية التالية:

[Flow Direction].Sink

حيث إن: Flow Direction هى خريطة التصريف المائي شكل (8)، و Sink هى حفرة أي أن تفسير المعادلة يكون كالتالي : استخدم خريطة التصريف المائي في تحديد الفجوات التضاريسية، ويكون نتيجة المعادلة شكل (9) والذي يظهر عليه الفجوات التضاريسية بعدد إجمالي 591 حفرة منتشرة في مساحة المحمية وتتركز في القسم الجنوبي من المحمية، وتعتمد تحديد الفجوة على البعد المساحي للخلية Cell size الذي أُستخدم في التحليل المكاني للمسح التضاريسي وهو 0.0023 درجة ستينية والتي تقابل 230 متر مربع.

ولإجراء ملء الفجوات التضاريسية والحصول على خريطة نهائية لاتجاه التصريف المائي تُطبق المعادلة التالية:

[Flow Sink].FillSink

حيث إن: Flow Sink يعني الخريطة التي تُظهر الفجوات التضاريسية، FillSink هو أمر ملء الفجوات التضاريسية.

أي أن تفسير المعادلة يكون كالتالي: استخدم الخريطة التي تظهر الحفر التضاريسية شكل (9) في عملية ملء الحفر، وتكون نتيجة المعادلة شكل (10) وهى خريطة اتجاه التصريف المائي بعد ملء الحفر التضاريسية.

5) **<u>إنتاج خريطة التصريف المائي التجميعي Flow Accumulation map</u>**:

يقصد بالتصريف المائي التجميعي المحاور التجميعية التي تتكون نتيجة التتابع في التصريف المائي على المنحدرات التضاريسية في اتجاه الأودية الرئيسية، وتمثل عملية إنتاج هذا النوع من الخرائط أهمية كبيرة في تحديد المحاور التصريفية للمياه في المحمية، مما يساعد فيما بعد على تحديد قنوات التصريف المائي ومن ثم أحواض التصريف.

ويمكن إنتاج هذا النوع من الخرائط بواسطة تطبيق المعادلة الآلية التالية:

[Flow Direction].Flow Accumulation (NIL)

حيث إن: "Flow Direction" هى خريطة التصريف المائي بعد ملء الفجوات التضاريسية، و "Flow Accumulation" هو أمر استحداث خريطة التصريف المائي التجميعي، و "NIL" تعني وضع قيمة صفر لتأثير الفوارق بين كل خلية وأخرى أثناء التحليل المكاني للتصريف التجميعي وعليه تعطى آلياً قيمة "واحد" إضافية عند الانتقال بالتحليل من خلية إلى خلية مجاورة، وبذلك يتحقق الأسلوب الكمي التجميعي؛ فإذا كانت القيمة العددية للتصريف في الخلية الأولى هى رقم "واحد" فان قيمة الخلية المجاورة لها في اتجاه التصريف هى رقم "اثنان" والخلية التالية هى رقم "ثلاث" وهكذا..

أي أن تفسير المعادلة يكون كالتالي: استخدم خريطة التصريف المائي بعد ملء الفجوات التضاريسية كأساس لتنفيذ أمر استحداث خريطة التصريف المائي التجميعي.

ويمثل شكل (11) نتيجة المعادلة حيث يمكن توضيح خصائص التصريف المائي التجميعي في المحمية على النحو التالي:

- تتدرج فئات التصريف المائي التجميعي حسب عدد الخلايا Cells التي تتساوي في فئة التصريف تصاعدياً، حيث تبدأ بالفئة الدُنيا فوق الهضاب المرتفعة وتنتهي بالفئة التجميعية العليا عند مصبات الأودية إلى خارج المحمية، وهذه الانسيابية في التصريف تبرهن على وجود علاقة بين طبيعة التضاريس وامتداد أحواض التصريف من ناحية وبين المخرجات التجميعية لنظام التصريف المائي من ناحية أخرى.
- نجد أن الفئة الدُنيا من التصريف التجميعي تحتل عدد 1160خلية والتي تشكل مساحة 256800متر مربع أو 0.26كم مربع، بينما الفئة العُليا للتصريف المائي التجميعي تحتل عدد 10444 خلية أي ما تساوي 2.402.120متر مربع أو 2.4كم مربع.

6) إنتاج خريطة قنوات التصريف المائي السطحي Stream Channels map:

يقصد بخريطة قنوات التصريف المائي هى شبكة التصريف المائي Drainage Network والتي تحتوى على جميع الأودية وروافدها الفرعية وتحدد المسارات المختلفة التي تتبعها المياه من خطوط تقسيم المياه وحتى مصبات الأودية.

وتعتمد عملية ترسيم هذا النوع من الخرائط في نظم المعلومات الجغرافية على تحديد اتجاهات التصريف المائي المختلفة وعلى محاور التصريف المائي التجميعي . ويمكن إنتاج خريطة قنوات التصريف المائي بتطبيق المعادلة التالية:

[Flow Accumulation].StreamChannels

حيث إن : "Flow Accumulation" هى خريطة التصريف المائي التجميعي، و "StreamChannels" هى الخريطة المطلوب استحداثها وتحتوي على قنوات التصريف المائي أو شبكة التصريف المائي.

وعليه يكون تفسير المعادلة كالتالي : استخدم خريطة التصريف المائي التجميعي في استحداث خريطة لشبكة التصريف المائي.

ويمثل شكل (12) نتيجة تطبيق المعادلة، حيث تظهر الأودية المختلفة التي تنطلق في معظمها من وسط غرب المحمية، حيث المرتفعات التي تشكل محاور تقسيم المياه بين الأودية، وتأخذ الأودية اتجاه ات مختلفة حسب الانحدارات التضاريسية فمنها خمسة أودية تتجه نحو الشرق، واثنان نحو الشمال، وثلاثة نحو الجنوب، وروافد صغيرة تتجه نحو الغرب.

وتمثل هذه الخريطة الأساس لإجراء عمليات تحليلية آلية على شبكة التصريف المائي في المحمية لتحديد خصائصها الكمية، مثل تطبيق طريقة سترالر Strahler ordering method لترتيب المجاري المائية، وتطبيق أسلوب الربط التتابعي للمجاري Stream Link بغرض تحديد انسيابية الجريان المائي، وأيضاً تحديد خطوط تقسيم المياه Watershed Analysis التي تفصل بين الأودية المتجاورة.

7) إنتاج خريطة ترتيب المجاري المائية حسب طريقة سترالر Strahler ordering method:

تتيح تقنية نظم المعلومات الجغرافية إمكانية تطبيق آلي لطرق ترتيب المجاري المائية المعروفة، سواء طريقة سترالر Strahler [13]، أو طريقة شريف Shreve[14]، حيث تعتبر وسيلة حديثة في مجال الجيمورفولوجيا التطبيقية . وفي التطبيق الحالي سيتم الاعتماد على طريقة سترالر في ترتيب المجاري المائية، وذلك بالمعادلة التالية:

[Stream Channels].StreamOrder ([Flow Direction], False)

حيث إن: "Stream Channels" هى الخريطة التي تم استحداثها لشبكة التصريف المائي، "StreamOrder" هو أمر ترتيب المجاري المائية، "Flow Direction" هى الخريطة التي تحتوى على اتجاهات التصريف المائي.

وعليه يكون تفسير المعادلة كالتالي: استخدم خريطة شبكة التصريف المائي في استحداث خريطة لترتيب المجاري المائية مع الوضع في الحسبان بيانات خريطة اتجاهات التصريف المائي.

وبالطبع بعد إدخال المعادلة يطلب البرنامج تحديد طريقة ترتيب المجاري من خلال نافذة خاصة، وعند تحديد طريقة سترالر نحصل على شكل (13) لترتيب المجاري المائية كنتيجة للمعادلة، ومن دراسة الخريطة يمكن ملاحظة أن معظم الأودية تنتهي عند الرتبة الثالثة، باستثناء وادي بوضان الذي يصل إلى الرتبة الرابعة، وهذا بالطبع يشير إلى أثر الخريطة الطبوغرافية للمنطقة بمقياس رسم 250.000:1، والتي تم الاعتماد عليها في إدخال خطوط الكنتور بفاصل كنتوري 100متر، فمثل هذه الدراسات تحتاج إلى خرائط طبوغرافية لاتقل عن 100.000:1؛ فكلما كبر مقياس الرسم للخريطة الطبوغرافية، كلما ساهم ذلك في زيادة دقة تحديد شبكات التصريف المائي، وحيث إنه لم تتوفر خرائط طبوغرافية للمنطقة بمقاييس رسم أكبر من 250.000:1 سيتم الاعتماد على مرئية فضائية من القمر الأمريكي لاندسات الخامس في ترسيم شبكة التصريف المائي في المحمية في فقرة لاحقة من الدراسة الحالية.

---

[13] راجع طريقة سترالر في: Strahler, A.N., 1952, Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology, Transaction of American Geophysical Union, vol. 8, pp. 913-920.

[14] راجع طريقة شريف في: Shreve, R.L. , 1966, Statistical Law of Stream Number, Journal of Geology, vol. 74, pp. 17-37.

وبالتحليل الكمي في نظم المعلومات الجغرافية نجد أن أعداد المجاري من الرتبة الأولي وصل إلى 2073 ومجاري الرتبة الثانية إلى 816 أي مايقابل مرتين ونصف فقط، وان مجاري الرتبة الثالثة وصل إلى 413 أي مايقابل حوالي مرتين، بينما ا لرتبة الرابعة تقتصر على 41 أي أكثر من 10 أضعاف. بمعنى أن هناك تقارب في نسبة التشعب بين الرتبتين الأولى والثانية من ناحية وبين الثانية والثالثة من ناحية أخرى مما يشير إلى أن الصخور متشابهة في الخواص، إلا أن الفارق كبير في نسبة التشعب بين الرتبة الثالثة والر ابعة حيث وصل إلى عشرة أضعاف مما يشير إلى أن هناك اختلافاً مكانياً كبيراً بين نوع الصخور في مناطق المجاري في الرتبة الرابعة عنها في الرتب الأخرى، والتي ساهمت في زيادة نسبة التشعب.

8) إنتاج خريطة أحواض التصريف المائي Basins map:

تحتوي نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في البرنامج على إمكانية ترسيم خطوط تقسيم المياه بين شبكة التصريف التي تم إنتاجها في الفقرات السابقة، ومن ثم إنتاج خريطة خريطة أحواض التصريف، ويتم ذلك من خلال تطبيق المعادلة التالية:

[Flow Direction].WaterShed([StreamIDs])

حيث إن: Flow Direction هى خريطة اتجاه التصريف المائي التي سيتم الاعتماد عليها في تطبيق المعادلة، و WaterShed هى الوظيفة المطلوبة في المعادلة بترسيم خطوط تقسيم المياه، وstreamIDs بالاعتماد على البيانات الوصفية Attribute data المرتبطة بشبكة التصريف المائي لكي يتم التمييز بين عناصر الشبكة على أساس الرمز التعريفي ID.

أي أن المعادلة تعني: بالاعتماد على خريطة اتجاه التصريف المائي قم بترسيم خطوط تقسيم المياه بحيث يكون التمييز بين عناصر شبكة التصريف على أساس الرمز التعريفي ID .

وشكل (14) يمثل النتيجة لتطبيق المعادلة، حيث نجد أنه تم رسم خطوط تقسيم المياه آلياً، وإنتاج خريطة أحواض التصريف التي تحتوي على 36 حوض في نطاق المحمية، حيث تم تحديد الأودية الفرعية على أساس أنها نظم تصريف خاصة بها، مما ترتب عليه زيادة عدد أحواض التصريف، وعلى الرغم من ذلك التقسيم الدقيق هناك مساحات تجري فيها أودية و لم تحظ بتقسيمها إلى أحواض، مما يوضح أن أسلوب تنفيذ المعادلة في هذا

النظام لم يكن مرضٍ بالنسبة للدراسات التحليلية التي يجب أن تلي هذه المرحلة، فإن نظم المعلومات الجغرافية مازالت تحتاج إلى تطويرٍ في وظائفها التحليلية في مجال ترسيم خطوط تقسيم المياه، لتحقق الغرض منها على الرغم من أن ماوصلت إليه من إنجاز في مجال الرسم الكارتوجرافي الآلي لخصائص العمليات الهيدروغرافية في الفقرات السابقة يمثل نقلة تقنية نوعية في مجال الخرائط الآلية.

خلاصـــة الدراســـــة

يمثل مجال الكارتوجرافيا أحد أهم المجالات التطبيقية الذي استفا د مباشرة من تقنية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد، فقد كانت الطرق الكارتوجرافية التقليدية تعتمد على وسائل متواضعة في استخلاص المعلومات الجغرافية وتمثيلها كارتوجرافيا على خرائط، وفي الدراسة الحالية اتجه المنهج التطبيقي فيها إلى كيفية الاستفادة من التقنيات الحديثة في التمثيل الكارتوجرافي الآلي للخصائص الهيدروجرافية لأحواض أودية محمية الوعول بحوطة بني تميم.

وقد مرت الدراسة بمرحلتين، أولاهما : إبراز دور نظم المعلومات الجغرافية في التمثيل الكارتوجرافي الآلي للعمليات الهيدروغرافية في أودية المحمية؛ وثاني تهما : دور نظم الاستشعار من بعد في دراسة الخصائص الهيدروغرافية لأحواض الأودية، والتي تمثلت في الرسم الكارتوجرافي لشبكة التصريف المائي في أودية المحمية، والتي بدورها ساعدت على إجراء دراسة تحليلية للخصائص المورفومترية لأودية المحمية.

ففي الجزء الأول من الدراسة تبين أن نظم المعلومات الجغرافية يمكن أن تسهم في مستوي التمثيل الكارتوجرافي الآلي للخصائص الهيدروغرافية بشكل إيجابي وسلبي في الجوانب التالية:

- التمثيل الكارتوجرافي الآلي لخطوط الكنتور مع توفر إمكانية تغيير الفاصل الكنتوري بصورة آلية بمجرد إدخال الأمر الخاص بذلك، دون ضرورة رسم الخريطة مرة أخرى لتمثيل الفاصل الكنتوري المطلوب كما هو متبع في الطرق التقليدية.
- التمثيل الكارتوجرافي للمسطح التضاريسي مع إمكانية تغيير التدرج اللوني للارتفاع حسب تغيير الفاصل الرأسي للمسطح التضاريسي، ولكن بالرغم من أن مستوى التمثيل الكارتوجرافي الآلي للمسطح التضاريسي يحقق مرونة تطبيقية واضحة، إلا أنه لم يتم مباشرة في نظم المعلومات الجغرافية بالاعتماد على الخطوط الكنتورية سالفة الذكر، ولكن احتاج الأمر كتابة برنامج خاص Script لتحويل الخطوط الكنتورية إلى نقاط مناسيب، وعليه تمثل هذه المرحلة جانب سلبي في نظم المعلومات الجغرافية، لأنه إذا لم تتوفر لدى الباحث قدرات خاصة في كتابة برنامج، لما اكتملت المراحل التالية . ويشير الباحث إلى أن البرنامج الذي تم كتابته لهذا الغرض يمكن استخدامه في جميع الدراسات المماثلة دون قيود مع ضرورة تغيير اسم الملفات الخرائطية والمعلوماتية في المقاطع الخاصة بذلك كما هو موضح في فقرة 2 بالجزء الأول من الدراسة.
- التمثيل الكارتوجرافي لاتجاه التصريف المائي Mapping of Flow Direction، توضح هذه الإمكانية مدى الدور المتميز لنظم المعلومات الجغرافية حول كيفية التعامل مع المسح التضاريسي كأساس طبوغرافي والانحدار التضاريسي كأساس للتوجيه ومن ثم حساب اتجاهات التصريف المائي السطحي بالاعتماد على اتجاه الشمال الجغرافي للمنطقة، وعليه يتم إنتاج خريطة متكاملة توضح درجات اتجاه التصريف المائي منسوبة إلى اتجاه الشمال الجغرافي، وكارتوجرافياً تمثل هذه المرحلة أحد أهم طرق تمثيل الخصائص الهيدروغرافية وتبرهن على قوة تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في هذا المجال.
- التمثيل الكارتوجرافي لقنوات التصريف المائي Mapping of Stream Channels هذه الوظيفة الآلية تترتب على مستوي التمثيل الكارتوجرافي لاتجاهات التصريف المائي، حيث يتم ترسيم شبكة التصريف المائي على المسطح التضاريسي، وتطبيقياً تحتاج هذه المرحلة إلى إجراء وظيفة حساب مسار التصريف المائي التجميعي Flow Accumulation

كمرحلة تكميلية لاتجاهات التصريف، ومن شكل (12) يتضح الدور الإيجابي لنظم المعلومات الجغرافية في الترسيم الكارتوجرافي لشبكة التصريف المائي.

- التمثيل الكارتوجرافي الآلي لطريقة سترالر Strahler لترتيب المجاري المائية، والتي توضح جانباً إيجابياً لنظم المعلومات الجغرافية في تطبيق منهجية نظرية المتمثلة في طريقة ترتيب المجاري بالاعتماد على شبكة التصريف المائي ، والتي تحتاج الى جهد كبير في الطرق التقليدية.
- التمثيل الكارتوجرافي لخطوط تقسيم المياه، ومن ثم ترسيم أحواض التصريف، بالرغم من توفر هذه الوظيفة بصورة آلية، إلا أن مخرجاتها لم تصل إلى مستوى مرضٍ بالنسبة للدراسة الحالية، فشكل (14) يظهر نتيجة هذه الوظيفة، حيث نجد أن عدد أحواض التصريف وصل إلى 36 حوضاً في نطاق المحمية، وذلك بسبب اعتبار أن الأودية الفرعية داخل نطاق المحمية لها نظم تصريف خاصة بها، مما ترتب عليه زيادة عدد أحواض التصريف، وعلى الرغم من ذلك التقسيم التفصيلي إلا أن هناك مساحات تجري فيها أودية و لم تحظ بتقسيمها إلى أحواض، مما يوضح أن أسلوب تنفيذ المعادلة في هذا النظام لم يكن مرضٍ بالنسبة للدراسات التحليلية التي يجب أن تلي هذه المرحلة، وعليه فإن نظم المعلومات الجغرافية مازالت تحتاج إلى تطويرٍ في وظائفها التحليلية في مجال ترسيم خطوط تقسيم المياه، لتحقق الغرض منها، هذا مع الوضع في الاعتبار أن ماوصلت إليه من إنجاز في مجال الرسم الكارتوجرافي الآلي لخصائص العمليات الهيدروغرافية في الفقرات السابقة يمثل نقلة تقنية نوعية في مجال الخرائط الآلية.
- وقد يعود سبب وضوح الجانب السلبي في نظم المعلومات الجغرافية في مجال تر سيم خطوط تقسيم المياه إلى أن مقياس رسم الخريطة الطبوغرافية (1:250.000)، التي اعتمدت عليها الدراسة لم يحقق المتطلبات التفصيلية في البيانات الطبوغرافية وخاصة في ارتفاع الفاصل الكنتوري وهو 100متر، فالبرغم من توفر إمكانية تغيير الفاصل الكنتوري بصورة آلية على الخريطة الكنتورية في نظم المعلومات الجغرافية، وأيضاً على خريطة المسطح التضاريسي، إلا أن مستوى التبسيط أو التعميم Generalization في

الأساس الطبوغرافي حسب مقياس الرسم قد ترتب عليه تبسيط في النتائج، وحيث إنه لم يتوفر للدراسة خرائط طبوغرافية بمقاييس رسم أكبر، ل ذلك تم الاعتماد على مرئيات فضائية بمقياس 100.000:1 في الجزء الثاني من الدراسة للتغلب على هذه المشكلة البحثية.

المراجــــــع:

أحمد أحمد مصطفي (1982): حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية – دراسة جيمورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية ا لآداب جامعة الإسكندرية.

أحمد أحمد مصطفي (1987): الخرائط الكنتورية تفسيرها وقطاعاتها، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر.

سمير سامي محمود (1995): جيمورفولوجية محمية رأس محمد الوطنية، المجلة العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 27،السنة 27.

سمير سامي محمود (1997): الملامح الجيمورفولوجية لمحميتي نبق وأبوقالوم على ساحل خليج العقبة بجنوب شرق سيناء، المجلة العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، الجزء الأول، ص ص 177-231.

عبد الحميد أحمد كليو (1988): أودية حافة جال الزور بالكويت، تحليل جيمورفولوجي، سلسة علمية تصدر عن وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، الطبعة الأولى، الكويت.

عبد الله ناصر الوليعي (1996): المحميات الطبيعية في المملكة العربية السعودية، الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها، الرياض، الطبعة الأولى.

على صادق (1986): دراسة تحليلية جيمورفولوجية عن بعض أحواض التصريف في غرب سيناء، وسط شبه الجزيرة العربية، وغرب وادي النيل، الكتاب الجغرافي السنوي لجامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية، قسم الجغرافية، كلية العلوم الاجتماعية، الرياض.

محمد عبد الله الصالح (1992): بعض طرق قياس المتغيرات في أحواض التصريف، مركز البحوث، كلية الآداب، جامعة الملك سعود بالرياض، عدد 25.

محمد فضيل بوروبة (**1999**): المدلول الجيمورفولوجي للمتغيرات المورفومترية بالحوض الهيدروغرافي لوادي الكبير الرمال (التل الشرقي – الجزائر)، رسائل جغرافية، الج معية الجغرافية الكويتية، عدد 229.

ESRI, (1998): Working with Arc/View Spatial Analyst, Redlands, California.

Gardiner V. (1975): Drainage basin morphometry, British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin, No. 14.

Mark D.M. (1988): Network Models in Geomorphology, Modelling in Geomorphological Systems, John Willey, 1988.

Smart J.S. (1978): The analysis of drainage network composition, Earth Surface Processes, vol. 3, No. 2, pp. 129-170.

Shreve R.L. (1966): Statistical law of stream numbers, Journal of Geology, 74, pp. 17-37.

Strahler A.N. (1952): Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology, Transactions of American Geophysical Union, vol. 8, Number 6, pp. 913-920.

Strahler A.N. (1964): Quantitative geomorphology of drainage basins and channels network, in: V.T. Chow (ed), Handbook of applied Hydrology.

Tarboton D.G. R.L. Bras, I. Rodriguez-Iturbe, (1991): On the Extraction of Channel Networks from Digital Elevation Data, Hydrological Processes, Vol. 5, pp. 81-100.

Walsh F. (1972): Application of stream order numbers to the Merrimack river, basin, in: Water Resources Res. 8, pp. 95-189.

تقارير حكومية[21] غير منشورة عن المحمية:

أنيس السعيد (**1413هـ**): تقرير عن دراسة التربة في بعض المناطق بمحمية الوعول.

خالد العقيل وعبد اله الوتيد (**1413هـ**): تقرير عن الخدمات التي تقدم في المحمية.

سالم سليمان وطارق العباسي وعبد الله الوتيد (**1413هـ**): غراسة بعض الأشجار والشجيرات البرية بمحمية الوعول وإحضار عقل نبات الآثاب إلى مشتل الهيئة بالرياض.

علي العساف وخالد العقيل (**1417هـ**): تقرير عن إزالة المخلفات بمحمية الوعول بحوطة بني تميم.

[21] جميع التقارير العربية والإنجليزية الواردة في هذه الفقرة تم إنجازها لصالح الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها بالرياض، ومتوفرة في مكتبة مركز المعلومات بالهيئة.

محمد بن عون التوم (1409هـ): التقرير الخاص بزيارة محمية الوعول في حوطة بني تميم.

محمد بن عون التوم (1417هـ): تقرير فريق العمل الخاص بتنفيذ خطة إدارة محمية الوعول.

Fay Robertson (1993): Camel Densities in the special Ibex Reserve at Hawrah Bani Tamim.

Khushal Habibi (1991): Biology of Nubian Ibex, Capra ibex nubiana, in Hawtat Bani Tamim Canyons.

Khushal Habibi (1993): Management of Nubian Ibex in the Special Ibex Reserve.

Williamson D. and K. Dunham (1993): National Ibex Reserve, Draft Masterplan 1993-1997.

الخرائط والمرئيات الفضائية:

1) الخريطة الطبوغرافية المجمعة لإقليم المحمية بمقياس 250.000:1 من تجهيز مركز المعلومات الجغرافية بالهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها بالرياض.

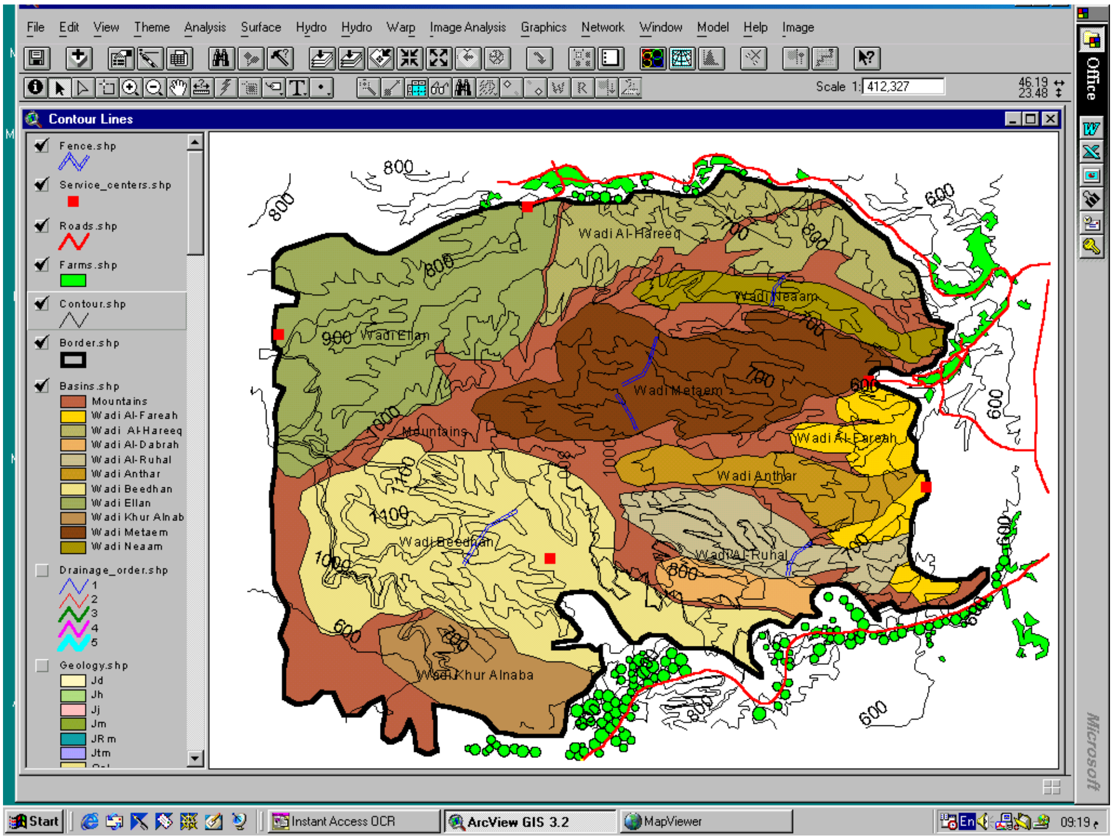
2) الخريطة الجيولوجية المجمعة لإقليم المحمية بمقياس 250.000:1 من تجيهز مركز المعلومات الجغرافية بالهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها بالرياض، ومنشورة في : عبد الله الوليعي، 1996، المحميات الطبيعية في المملكة العربية السعودية، ص 180.

3) الملك سعود بالرياض بموجب مخاطبة رسمية من قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود.

البرامج المستخدمة في الدراسة:

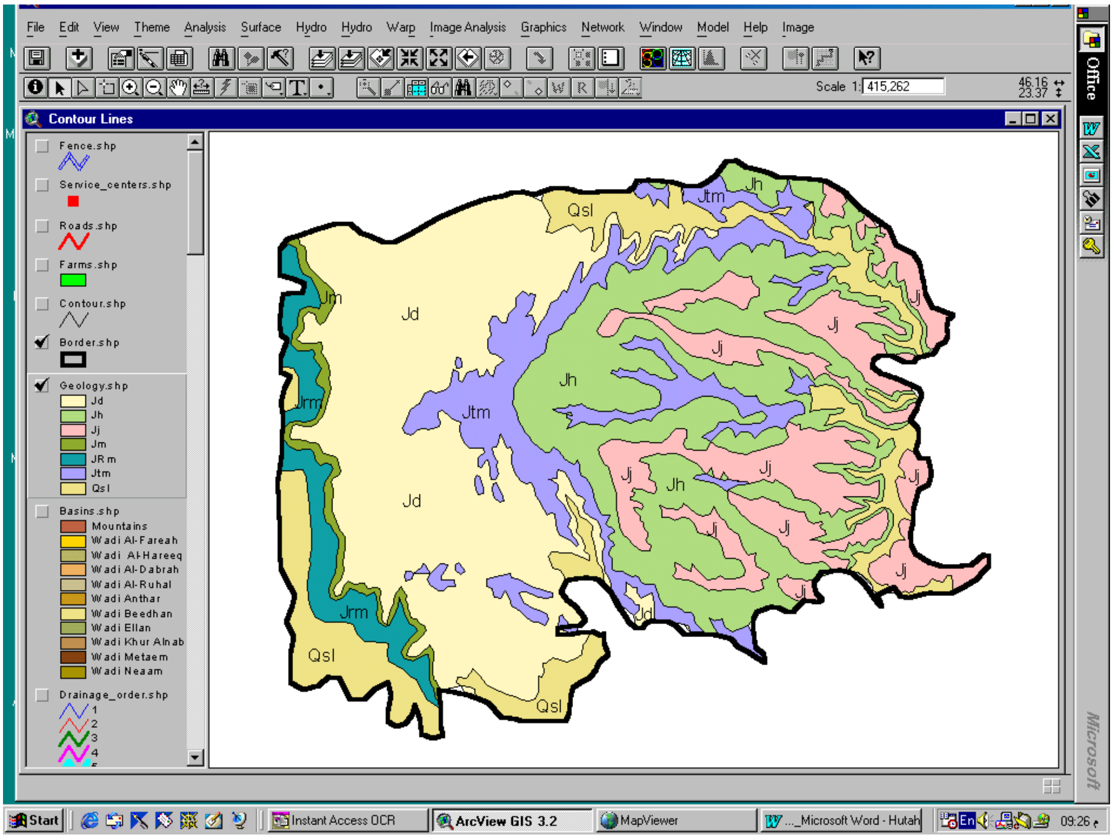
1) برنامج آركفيو Arc/View 3.2 لنظم المعلومات الجغرافية، اسري ESRI

2) برنامج التحليل المكاني Spatial Analyst البرنامج الفرعي لبرنامج آركفيو، اسري ESRI



شكل (2) الخريطة الطبوغرافية الآلية عن إقليم محمية الوعول بحوطة بني تميم

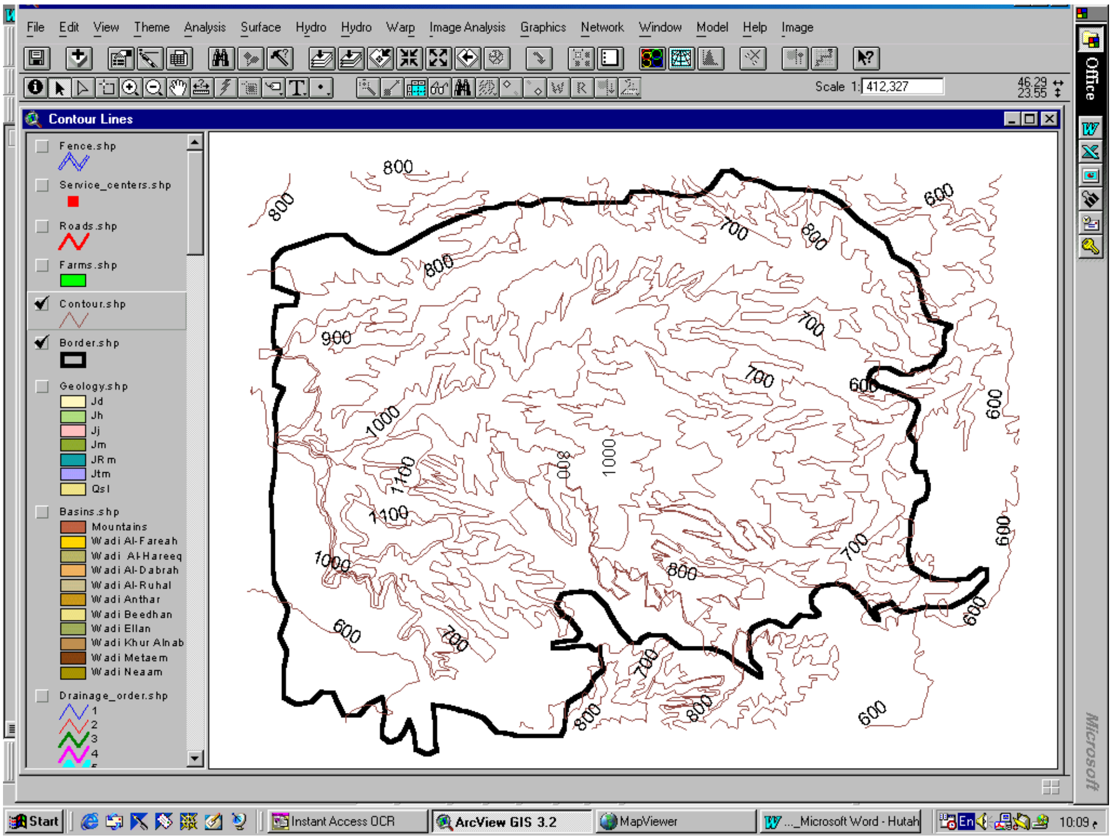
شكل (3): الخريطة الجيولوجية الآلية لمنطقة المحمية (عن: عبد الله الوليعي، 1998،ص 180)



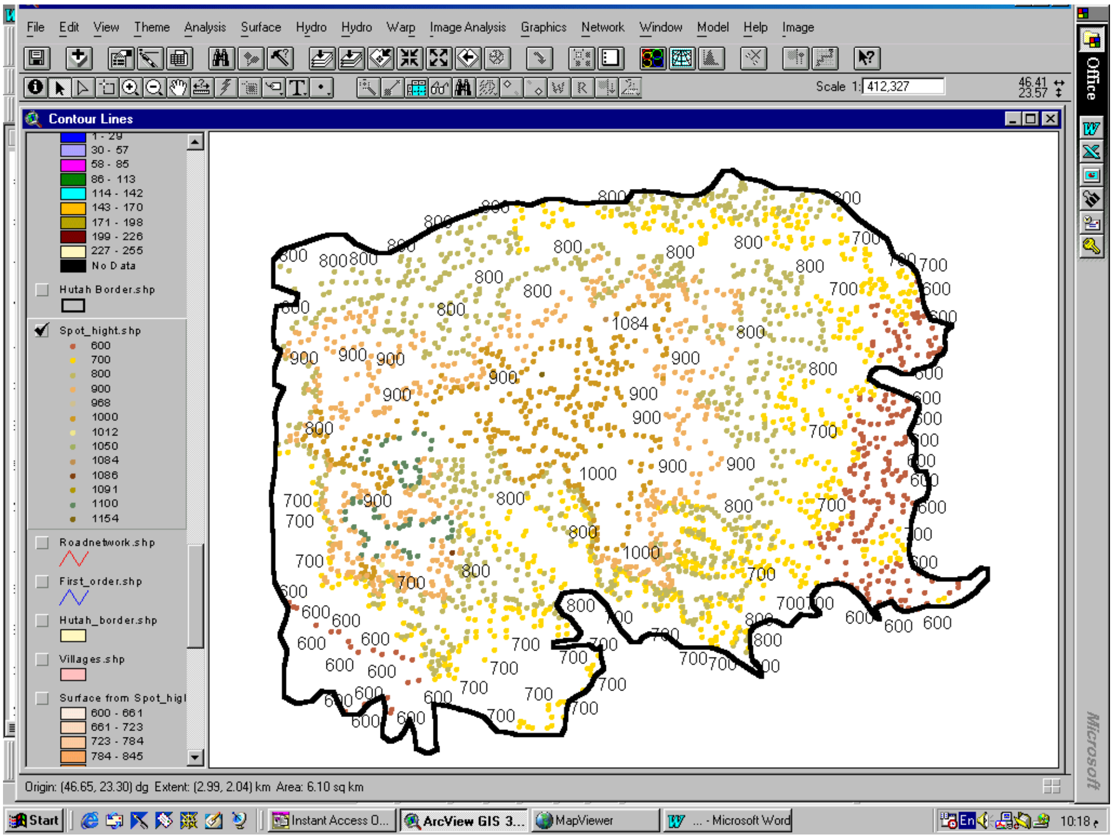
تفسير الرموز الواردة على الخريطة:

Qsl = الطمي – رباعي
Jtm = الحجر الجيري في منطقة طويق – جوراسي علوي
Jd = تكوين منطقة ضرما من الحجر الجيري – جوراسي أوسط
Jrm = الحجر الرملي في منطقة المنجور – ترياسي وجوراسي

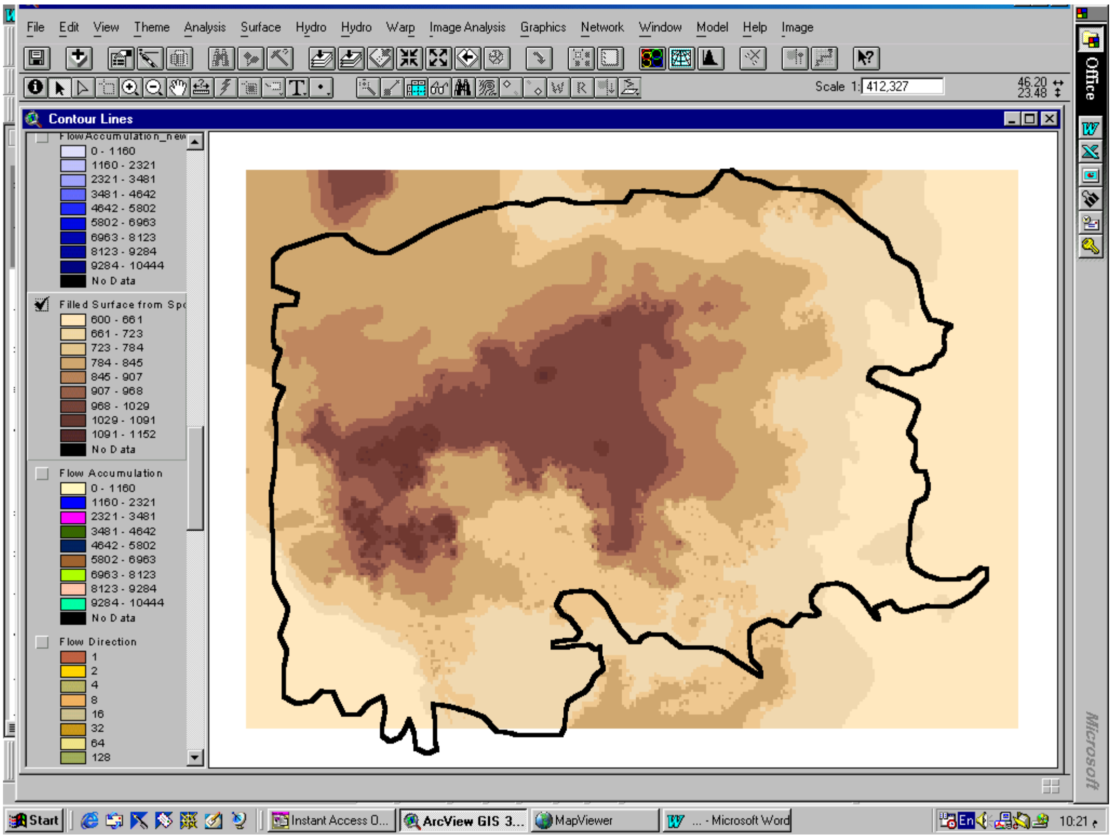
Jj = الحجر الجيري في منطقة الجبيلية – جوراسي علوي
Jh = تكوين منطقة حنيفة – حجر جيري لين
Jm = تكوين منطقة المراه – حجر جيري- جوراسي سفلي



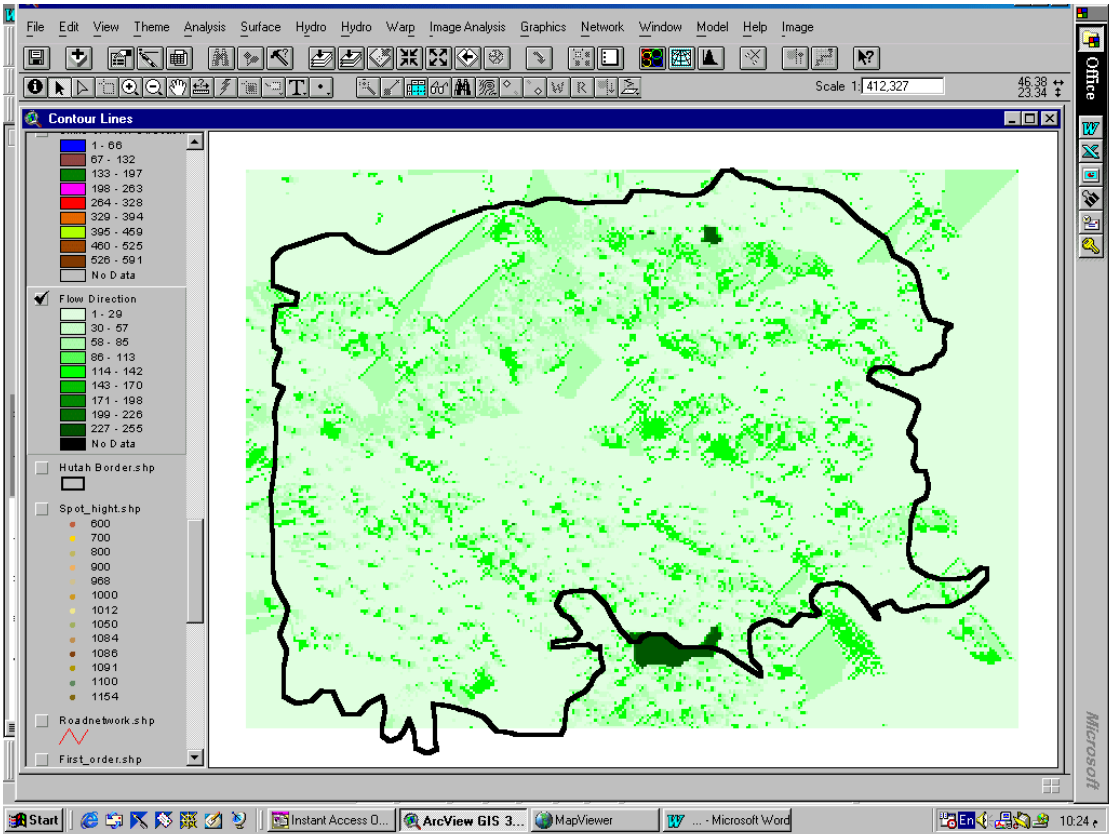
شكل (5): الخريطة الكنتورية الآلية لإقليم المحمية



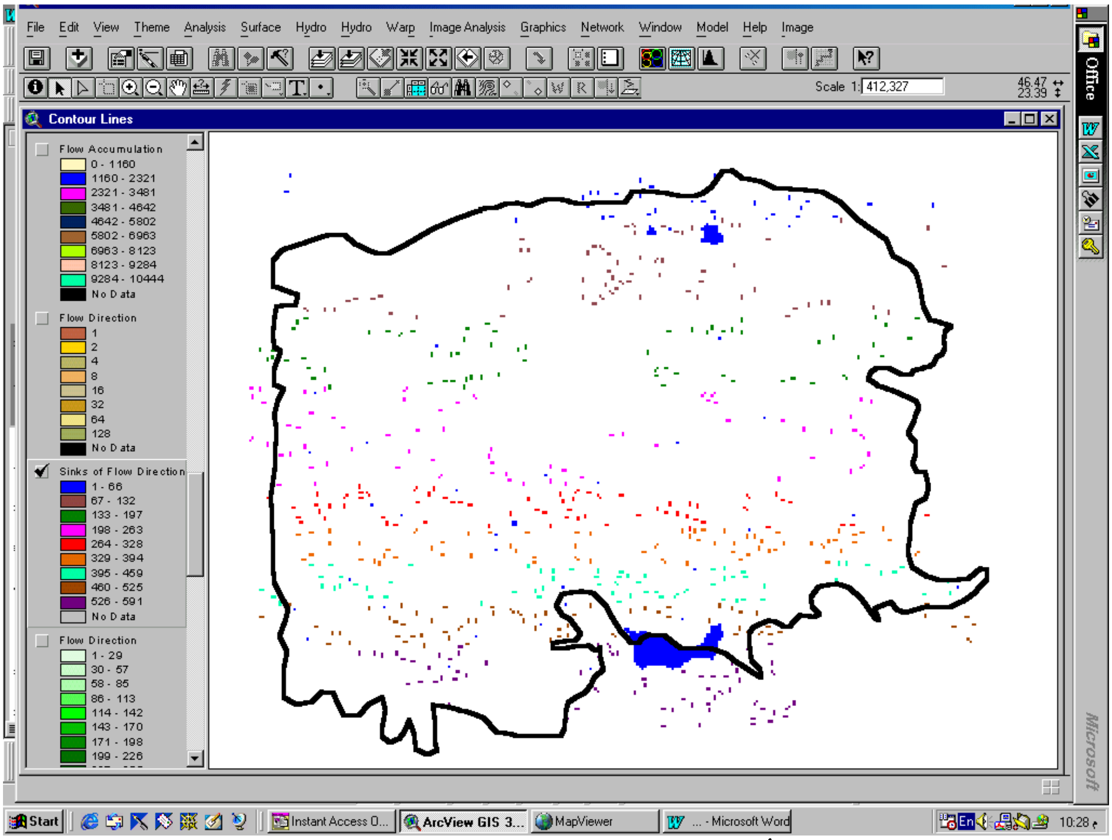
شكل (6): خريطة مناسيب الارتفاعات التضاريسية نتيجة تطبيق البرنامج Script



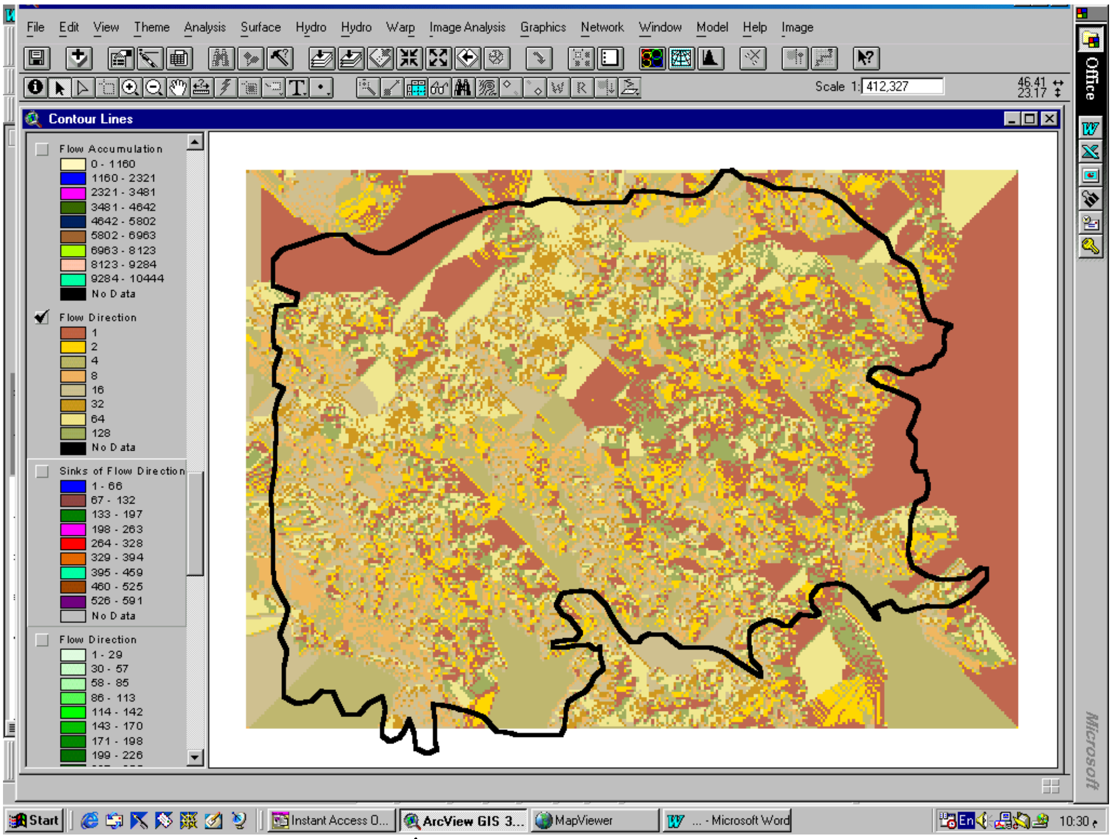
شكل (7): خريطة المسطح التضاريسي Surface map



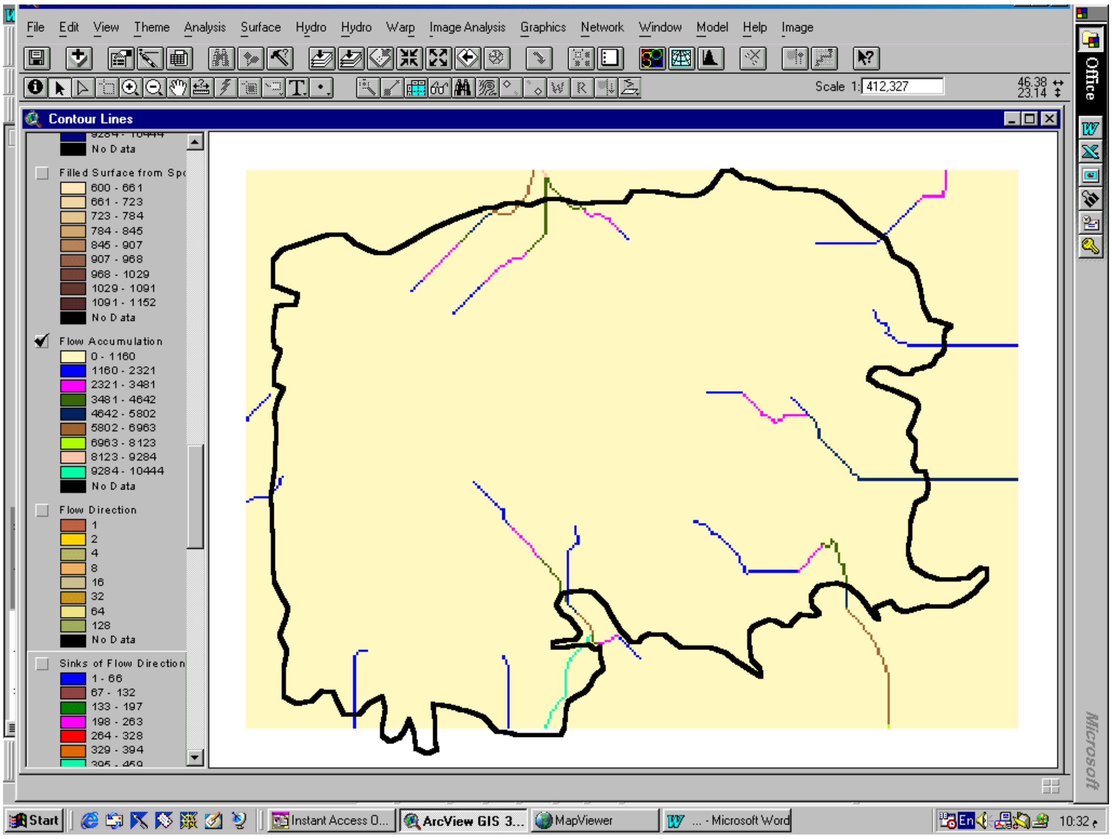
شكل (8): خريطة اتجاه التصريف المائي بالمحمية



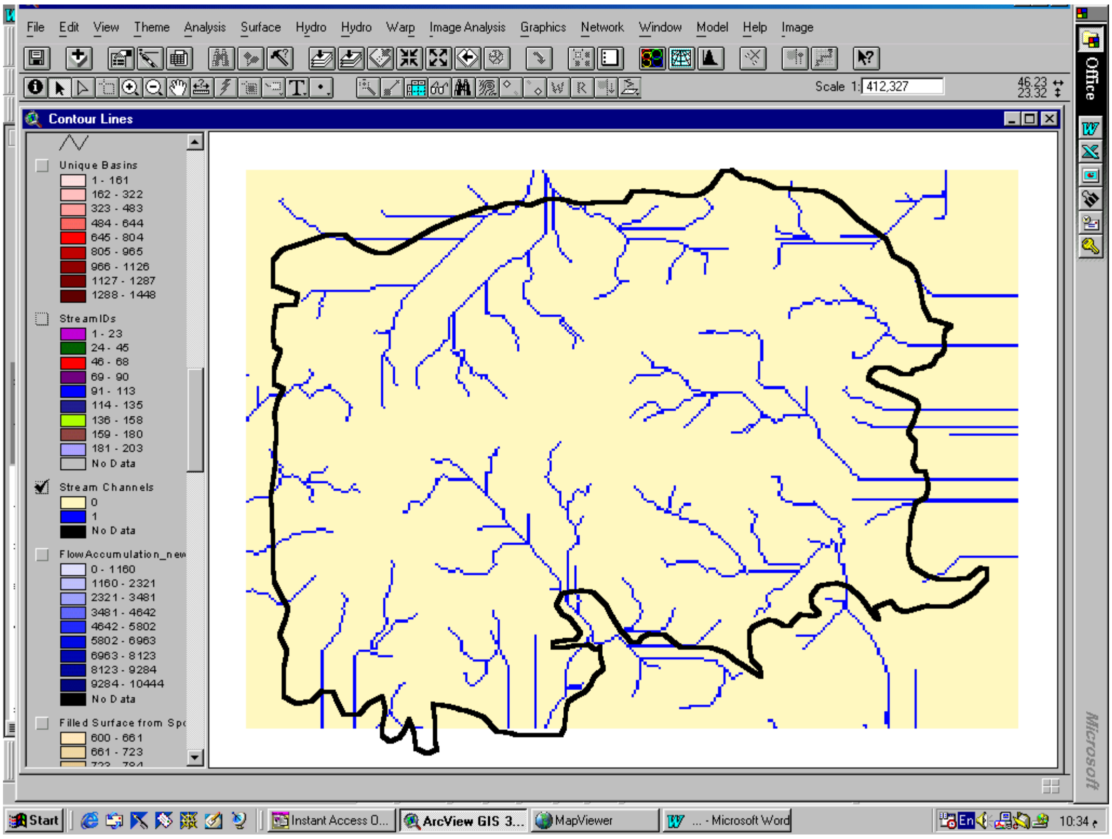
شكل (9): خريطة الحُفر التضاريسية Sinks التي تعوق التصريف المائي



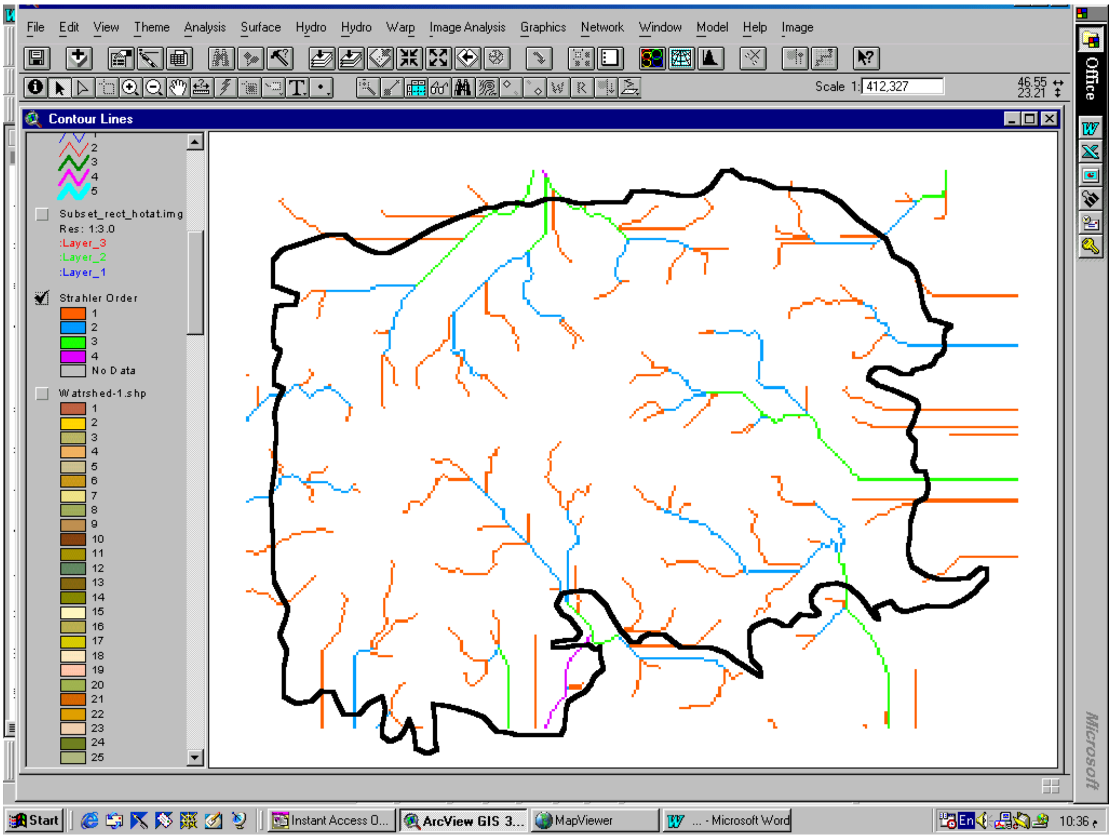
شكل (10): خريطة اتجاه التصريف المائي بعد ملء الحُفر التضاريسية Filled Sinks



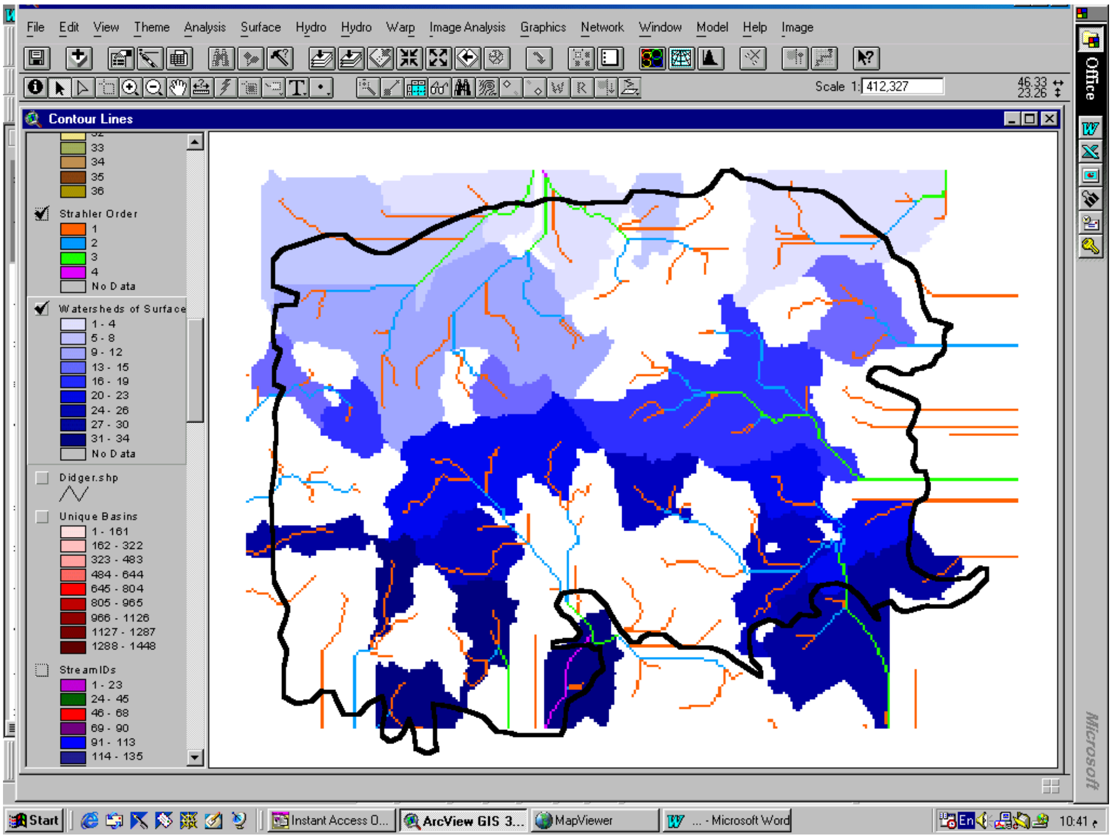
شكل (11): خريطة التصريف المائي التجميعي Flow Accumulation map



شكل (12): خريطة قنوات التصريف المائي Stream Channels map



شكل (13): خريطة ترتيب المجاري المائية حسب طريقة سترالر Stream ordering map



شكل (14): خريطة أحواض التصريف المائي Basins map مع شبكة المجاري

الفصل الثامن

تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في الخصائص الديموغرافية لعمال منطقة الشويخ الصناعية (2)- الكويت[1]

ملخص الدراسة:

تمثل تقنية نظم المعلومات الجغرافية اليوم أفضل الوسائل التطبيقية في الدراسات الجغرافية التي تعتمد على معلومات ضخمة من حيث الكم، ومتنوعة ومتشابكة من حيث النوع، حيث تسهم في تحقيق مرونة كبيرة في إدخال وحصر البيانات الكارتوجرافية والإحصائية، ومعالجتها، وإتاحة الفرصة لإجراء تحليل مكاني بهدف الوصول إلى نتائج بحثية أكثر فائدة.
والدراسة الحالية تمثل الجزء الثاني من دراسة شاملة حول تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في منطقة الشويخ الصناعية (2) بالكويت، والتي تركز هنا على الخصائص الديموغرافية للعمال، من حيث الجنسية، والتركيب العُمري، والحالة الاجتماعية، والحالة التعليمية، وطرق الاستقدام، والتوزيع الجغرافي للمساكن العمالية.
وتعتمد الدراسة على المنهج الكمي التحليلي للبيانات الإحصائية التي تم الحصول عليها من بواسطة الاستبانة، بالإضافة إلى المنهج التطبيقي المعاصر الذي يعتمد على أسلوب التحليل المكاني للمعلومات الآلية في نظم المعلومات الجغرافية.

المصطلحات الأساسية Key Words:

تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، الخصائص الديموغرافية للعمال في المجال الصناعي، العمالة الوافدة، منطقة الشويخ الصناعية، جغرافية الكويت.

مقدمــــــة:

---

[1]) دراسة للمؤلف منشورة في حولية كلية الآداب جامعة المنوفية في مصر، اصدار خاص 2001.

تحتاج طرق التمثيل الكارتوجرافي لظاهرة جغرافية معينة إلى دراسات وصفية أو تحليلية أو كلاهما لبلورة المحاور العلمية الجغرافية التي تحتاج إلى تمثيل أو ترسيم على الخرائط، ويرتبط مستوى التمثيل الكارتوجرافي بالأسلوب المستخدم في تحليل المعلومات الجغرافية، وأيضاً بمدى تجانس المعلومات، والبحث التطبيقي الحالي يركز على كيفية استخلاص الخصائص الديموغرافية للعمال من خلال طرق تحليلية للبيانات المكانية Spatial data المتعلقة بالعمال في منطقة الشويخ الصناعية (2) التي تعتمد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية، ومن ثم تمثيلها على خرائط.

وعادة تغطي الدراسات الجغرافية المتعلقة بالخصائص الديموغرافية كافة السكان في إقليم جغرافي محدد؛ يمكن أن يكون قارة ، أو دولة، أو مدينة . إلا أن التواجد العمالي في منطقة الشويخ الصناعية (2) له خصائصه الديموغرافية التي تميزه عن بقية السكان في مدينة الكويت، وخاصة وأن معظم العمالة وافدة وتقدر بأكثر من 95%[1] من مجموع العمالة الوافدة المتركزة في منطقة الشويخ الصناعية الكبرى.

وقد لعبت الهجرة الوافدة دوراً كبيراً في تمتع الكويت بمعدل نمو سكاني يعتبر من أعلى المعدلات في العالم[2]، حيث تزايد عدد سكان الكويت من 10.000نسمة في عام 1954م إلى 206.473نسمة في عام 1957م، ثم واصلوا في الزيادة حتى أصبحوا 1.355.827نسمة في عام 1980م[3]، ووصل عام 1990 قبل الغزو العراقي لدولة الكويت إلى 2.085.328نسمة، والى 2.208.790نسمة عام 1998م[4].

وقد تفاوتت خصائص العمالة الوافدة في الكويت عن مثيلتها في الدول الخليجية الأخرى؛ فبينما ترتفع نسبة الذكور بشكل ملحوظ في الدول المجاورة مثل البحرين، وقطر، والإمارات بسبب هجرة العمالة الوافدة من الذكور، ارتفعت نسبة الإناث من العمالة الوافدة في الكويت وخاصة في الفترة من 1917-1957م من العراق، وسوريا، ولبنان، وفلسطين، ومصر بسبب وصول موجات من المدرسات والممرضات من تلك الدول[5].

---

[1] تقديرات الباحث

[2] أحمد حسن ابراهيم، 1982،ص.117

[3] نفس المرجع، ص.117

[4] حمدي عزت، 1998، ص.189

[5] أحمد حسن ابراهيم، ص .145

وحيث إن العمالة الوافدة في منطقة الشويخ الصناعية لها خصائص تميزها عن التجمعات السكانية داخل الكويت من حيث عدم التوازن في تركيبها حسب الجنسية، وفئات العمر، والحالة الاجتماعية، والتعليمية، ومستوى الدخل، وظروف المسكن.
هذا بالإضافة إلى ملاحظة الباحث بوجود نوع من العلاقة بين عدم التوازن في الخصائص الديموغرافية للعمال وبين التنوع للصناعات الخدمية في منطقة الشويخ الصناعية لذلك يهدف البحث الحالي إلى تحليل الخصائص الديموغرافية للعمال وإبراز أثرها على استقرار الصناعات الخدمية في المنطقة، ومن ثم اختيار أنسب الطرق الكارتوجرافية الآلية لتمثيل نتائج الدراسة.

الدراسات السابقة:

لم تكن الدراسات الجغرافية المتعلقة بالخصائص الديموغرافية حديثة سواء على المستوى العالمي أو المستوى المحلي، فقد أُجريت دراسات ديموغرافية عديدة حول سكان الكويت، أقدمها دراسة محمد صالح الجابر (1967) والتي ربطت الوضع السكاني الكويتي بالاقتصاد الكويتي. ودراسة محمد عبد الرحمن الشرنوبي (1971) تعتبر أول دراسة جغرافية بالكويت انخرطت في موضوع التركيب السكاني وتوضيح خصائص التركيب وقتئذ والعوامل التي ساهمت في تشكيله . ودراسة أمل الصباح (1972) تمثل أول رسالة ماجستير كويتية تغطي جميع الجوانب الجغرافية والديموغرافية لسكان الكويت، وتلته ا رسالة الماجستير للباحثة فوزية النفيسي (1973) لاستكمال الجوانب الكمية في دراسة السكان بالكويت، حيث قدمت أساليب رياضية متميزة لتقييم وتقدير بعض المقاييس الديموغرافية لدولة الكويت.

ودراسة زكريا والعياط Zackariah K.O. and Al-Ayyat (1973) تعتبر من الدراسات الهامة والتي ركزت على معالجة كمية للمقاييس الديموغرافية والنمو السكاني في الكويت، ونرى أنها تأتي استكمالاً لدراسة شيتهاران والأُميم Sheetharan K.S. and Al-Omaim M.H. (1973) حول العلاقة بين الهجرة والنمو السكاني في الكويت. ودراسة الفرا El-Farrah M.A. (1974) عرضت الى بعض الجوانب العلمية للسكان في الكويت وأهمها الزيادة الطبيعية والعوامل التي

تتحكم فيها. ويعتبر التقرير العلمي لوزارة التخطيط، الإدارة العامة لشئون التخطيط (1980) أهم تقرير حكومي يتسم بالصبغة العلمية حول التركيب العُمري للمجتمع السكاني بالكويت، وذلك لدقة البيانات الإحصائية التي أُعتمد عليها وكذلك الاتجاهات التحليلية التي تضمنها.

وتتابع الدراسات السكانية بالكويت وتأخذ أسلوباً جغرافياً شاملاً يعتمد على المنهج الوصفي والمنهج الكمي معاً مثل دراسة أحمد حسن إبراهيم (1985) ودراسة أمل الصباح ومصطفى الشلقاني (1986) حيث اتبعت الدراسة الأخيرة أسلوب المنهج المقارن في عرض الوضع السكاني بالكويت على أساس البعد الزمني في الماضي والحاضر والمستقبل، وهى نظرة تحليلية شاملة، وأخيراً دراسة حمدي عزت (1998) التي أخذت من البعد الزمني أساساً مختلفاً لدراسة مقارنة بين الوضع الس كاني في الكويت قبل وبعد العدوان العراقي وتحليل آثار العدوان على التركيب السكاني.

من العرض للدراسات السابقة تبين أن دراسة السكان في الكويت قد أخذت نصيب كافٍ من الجهود البحثية الجغرافية التي تابعت القضية السكانية بأبعادها المختلفة، إلا أن الدراسة الحالية تأخذ اتجاهاً مختلفاً وهو التعمق في دراسة إحدى فئات المجتمع السكاني بالكويت وهى فئة العمال في منطقة جغرافية محددة مثل منطقة الشويخ الصناعية (2) بغرض تحليل خصائصها الديموغرافية وذلك كدراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

منطقة الدراسة ومبررات اختيارها:

تمثل منطقة الدراسة أحد أهم المناطق الصناعية التي أُنشئت بناءً على مخطط " سبنسلي وماكفارلين" لاعادة تخطيط مدينة الكويت وتطويرها، حيث خصصت مناطق خارج النطاق السكني للصناعات الخدمية والخفيفة لتغطية الاحتياجات الخدمية والصناعية للسكان (أحمد حسن إبراهيم، 245:1982)، وكانت منطقة الشويخ الصناعية أحد منطقتين رئيسيتين تم إنشائهما بالقرب من العمران، وتمثل الشويخ الصناعية (شكل 1) منطقة فرعية من منطقة الشويخ الصناعية الكبرى والتي تقع إلى الغرب من العاصمة.

ويمكن بلورت مبررات اختيار منطقة الدراسة في الجوانب التالية:

- التركيب السكاني المعقد للعمال من حيث الجنسية، وفئات العمر، الحالة الاجتماعية، ومستوى التعليم، ومستوى الدخل الشهري، نوعية المساكن العمالية وغيرها من الخصائص العمالية الأخرى.
- تمتع المنطقة بالأهمية الخدمية لسكان الكويت، حيث تقوم بتوفير أكثر من 80% من مجموع الصناعات الخدمية في دولة الكويت، بالرغم من صغر مساحتها حيث لاتزيد عن 2.9كم^2 فقط، وعليه فان دراسة الخصائص الديموغرافية للعمال بالمنطقة وتحديد ملامحها من شأنه أن يسهم في دعم استقرار الصناعات الخدمية وتطويرها من خلال الوقوف عند السلبيات ووضع حلول لتحسينها بما يحقق الأمن الصناعي والخدمي للسكان.
- اعتماد البعد السكنى للعمال على مناطق سكنية أخرى تحتاج إلى إبراز العلاقة فيما بين منطقة الدراسة وبين تلك المناطق من حيث التوزيع الجغرافي للمساكن العمالية، وخصائص تلك المساكن.

أهداف الدراسة:

تأخذ الدراسة في اعتبارها تحقيق الأهداف التالية:

1 - تحليل الخصائص الديموغرافية للعمال في منطقة الشويخ الصناعية.

2 - تحديد العلاقة بين الخصائص الديموغرافية للعمال والتنوع الصناعي.

3 - تمثيل كارتوجرافي للخصائص الديموغرافية للعمال على خرائط موضوعية Automated Thematic Maps.

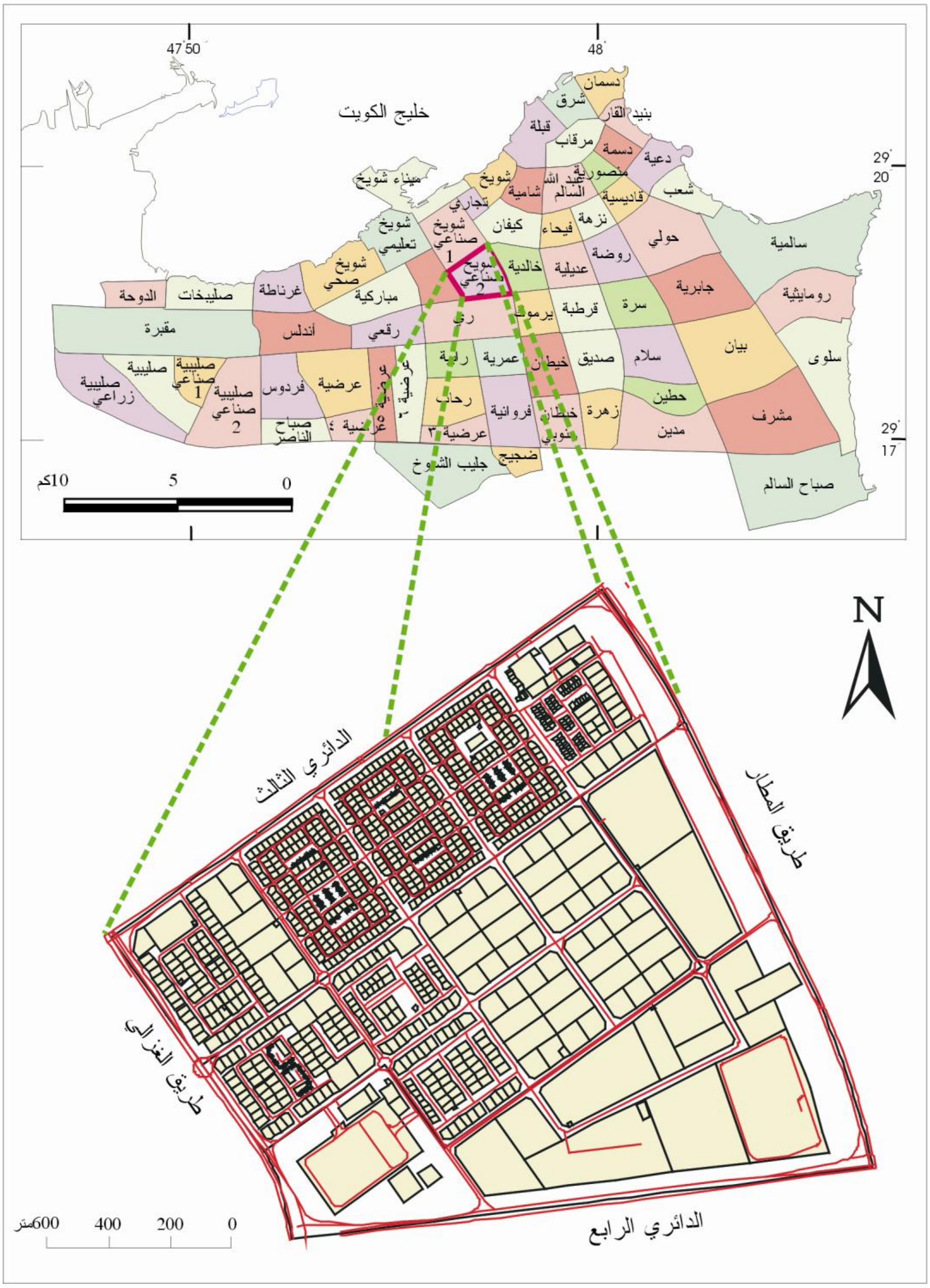
المنهج البحثي للدراسة:

تعتمد الدراسة على المنهج الكمي التحليلي لإبراز ملامح الخصائص الديموغرافية لعمال المنطقة الصناعية، وكذلك المنهج التطبيقي المعاصر الذي يعتمد على أساليب التحليل

المكاني للمعلومات الآلية المتوفرة قاعدة المعلومات الجغرافية[1] عن المنطقة، لتوضيح بعض العلاقات بين الخصائص الديموغرافية وبعض الأنشطة الصناعية.

[1] قاعدة المعلومات الجغرافية من اعداد الباحث بناءً على الاستبانة المرفقة بالبحث

شكل (١): موقع منطقة الشويخ الصناعية (٢) بالنسبة لمدينة الكويت



المصدر: من اعداد الباحث

الأسلوب التطبيقي للدراسة:

يعتمد البحث الحالي على البيانات الميدانية التي تم جمعها في إطار دراسة بحثية شاملة عن منطقة الشويخ الصناعية (2) والمتمثلة في الاستبانة المرفقة للدراسة الحالية (ملحق 1)، حيث تغطي الاستبانة ثلاثة محاور هى:

أ) الخصائص الوظيفية لمنطقة الشويخ الصناعية (2)، والتي تم إنجازها في بحث سابق[2]

ب) الخصائص العمالية بالمنطقة، وهو محور الدراسة الحالية

ج) الخصائص الإنتاجية والتسويقية والبيئية للمنطقة، محور لدراسة لاحقة.

وتسعى الدراسة الحالية إلى توظيف الإمكانات التحليلية المتوفرة في تقنية نظم المعلومات الجغرافية في إبراز الخصائص الديموغرافية للعمال، وتمثيلها كارتوجرافياً، وقد انتهجت الدراسة الحالية مراحل تطبيقية على النحو التالي:

1 - تجهيز الخريطة الأساسية اللازمة للدراسة؛ التي تحتوى على القسائم التي تقوم عليها المنشآت الصناعية بالمنطقة، وهى خريطة آلية تم إعدادها في نظم المعلومات الجغرافية بعد التغلب على مشاكل الترقيم الآلي ونقاط التحكم الأرضي [3]، (شكل 2).

2 - تجهيز الخريطة التي توضح مواقع المناطق السكنية للعمال (شكل 3).

3 - تجهيز الملف المعلوماتي الذي يعتمد على الاستبانة (ملحق 1)، ويتعلق بالخصائص الديموغرافية للعمال، من حيث الجنسية، وفئات العمر، والحالة الاجتماعية، والمستوى التعليمي، ومستوى الدخل الشهرى، وخصائص المسكن العمالي وموقعه الجغرافي، وقد تم تجهيز الملف المعلوماتي في برنامج التحليل الإحصائي للعلوم الاجتماعية المعروف باسم "SPSS" ومن ثم تصدير نتائج تحليل البيانات إلى ملفات معلوماتية بغرض قراءتها في برنامج نظم المعلومات الجغرافية المعروف باسم "آركفيو Arc/View".

4 - استقراء الملف المعلوماتي في نظم المعلومات الجغرافية، وربطه بالخرائط الأساسية (شكل 2،3).

---

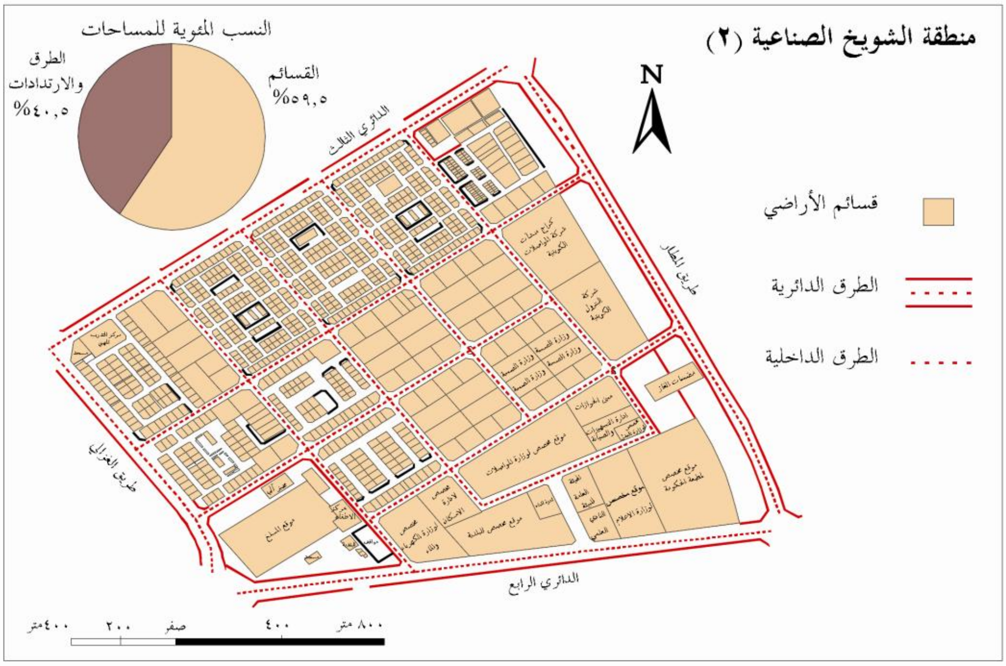
[2] محمد الخزامي عزيز، 2001، ص107-.149

[3] المرجع نفسه، ص 115-.117

5 - إجراء التحليل المكاني الآلي Spatial Analysis والتمثيل الكارتوجرافي الآلي للخصائص الديموغرافية للعمال والعلاقة بين الخصائص الديموغرافية للعمال وبين نوعية الخدمات الصناعية (شكل 14،13،12،11،10،9،7،6،4)، وفي النهاية يُعتمد على "برنامج كوريل درو Corel Draw " للإخراج النهائي للخرائط بالكتابات العربية.

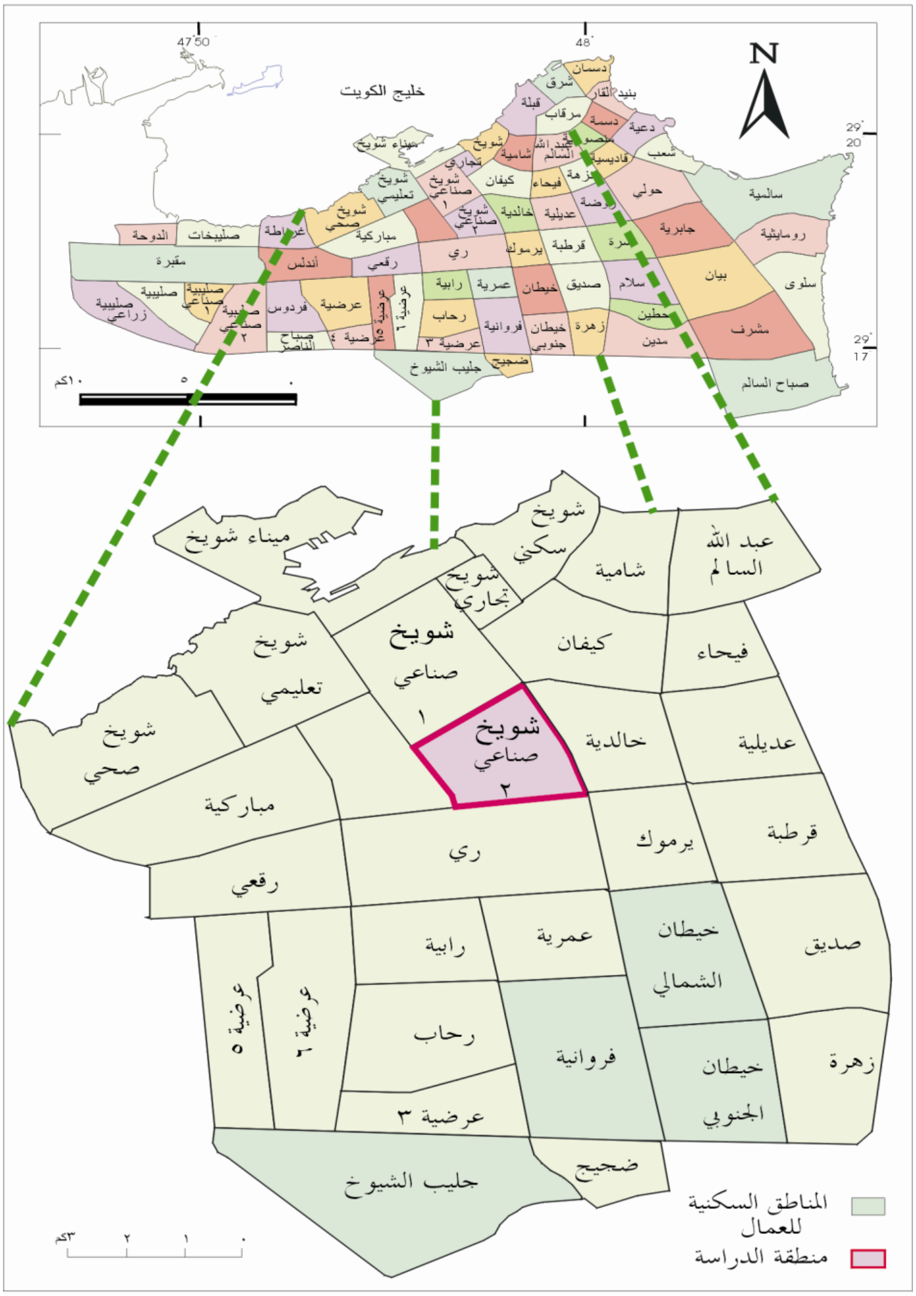
6 - استخلاص نتائج الدراسة ووضع التوصيات.

شكل (٢): الخريطة الأساسية لمنطقة الشويخ الصناعية (٢) بعد الترقيم (الخريطة الآلية)



المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية آركفيو Arc/View وبرنامج كوريل درو Corel Draw

شكل (٣): الموقع الجغرافي للمناطق السكنية للعمال بالنسبة لمنطقة الدراسة



المصدر: من اعداد الباحث

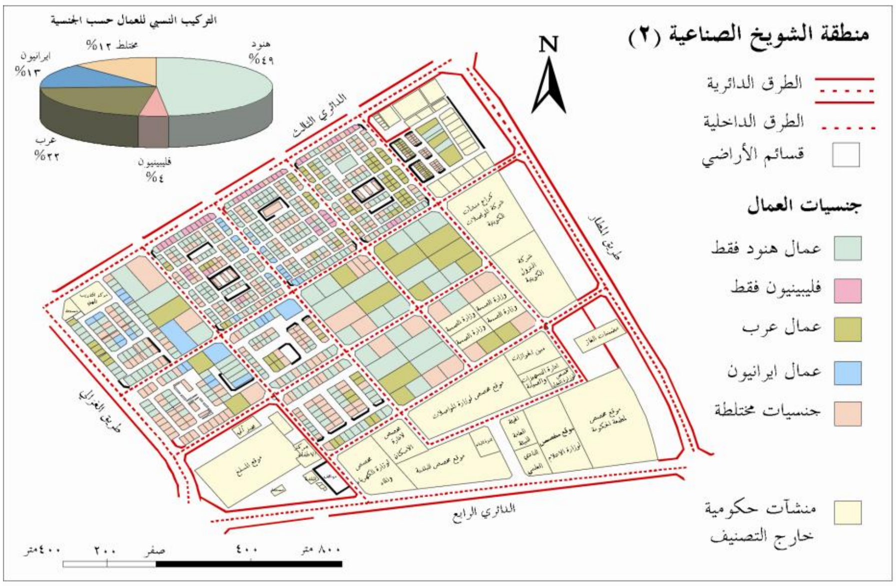
المناقشة والتحليل

أولاً: التوزيع الجغرافي للعمال حسب الجنسية:

يمثل التصنيف العمالي حسب الجنسية أهمية كبيرة في مجال دراسة المناطق الصناعية، حيث يمكن من خلاله استخلاص التالي:

- مدى انخراط العمالة الوطنية – في الدراسة الحالية العمالة الكويتية– في القطاع الصناعي والخدمي.
- مدى وجود التنوع في جنسيات العمالة الوافدة ونسبة كل منها، للوقوف عند الجنسيات السائدة وإبراز علاقة ذلك بالصناعات الخدمية المتلازمة لجنسية معينة دون أخرى.
- العلاقة بين نوع جنسية العمال وبين نوع الصناعات المختلفة.
- استخلاص نسبة التزاحم العمالي في الصناعات المختلفة.
- استخلاص صورة واضحة عن الكيان العمالي لمتخذي القرار لمحاولة تحقيق التوازن، وابتكار طرق جديدة لدفع العمالة الوطنية في المجالات الصناعية والخدمية بالمنطقة بغرض تحقيق الاستقرار للأيدي العاملة.

شكل (٤): التوزيع الجغرافي للعمال حسب الجنسية



المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية آركفيو Arc/View وبرنامج كوريل درو Corel Draw

والخريطة (شكل 4) تبرز التوزيع المكاني للعمال في منطقة الشويخ الصناعية (2) حسب الجنسية، ويمكن تفسير محتويات الخريطة والتمثيل البياني المرفق على النحو التالي:

1) التوزيع النسبي للجنسيات:

- تحظى العمالة الهندية[1] بنصيب أكبر حيث تصل إلى 8754 عامل بنسبة 49% من مجموع العمالة بالمنطقة، وينتشرون في معظم أنحاء المنطقة الصناعية.
- تقتصر العمالة الفليبينية على 793 عامل بنسبة 4%.
- تضم مجموعة العمال العرب بما فيهم العمالة الكويتية 3976عامل بنسبة 22%، أي أكثر بقليل من خُمس العمالة في المنطقة، مما يعنى أن الج نسيات غير العربية تحتل مايقرب من أربعة أخماس العمال، وهذا يعكس مدى اعتماد الصناعات الخدمية الكويتية على عمالة غير عربية وخاصة الآسيوية منها.
- تصل العمالة الإيرانية إلى نحو 2398 عامل بنسبة 13%، مما يعكس دور إيران - كدولة واحدة - في توفير نسبة ليست بالقليلة من العمالة بالمنطقة الصناعية تزيد عن العمالة التي تنسب إلى دول عربية كبيرة مثل مصر وسوريا والأردن.
- يوجد عدد 2240عامل في مواقع مختلفة بنسبة 12% ينتسبون الى دول مختلفة، أي أن هناك منشآت صناعية لاتقتصر على جنسية واحدة ولكن تعتمد على جنسيات عديدة.

2) نسبة التركز العمالي حسب الجنسية:

يقصد هنا بنسبة التركز العمالي هى النسبة المئوية للتركز المكاني للعمال حسب جنسياتهم، فالخريطة شكل (4) تظهر التوزيع المكاني للعمال حسب الجنسية، وبالاعتماد على وظيفة التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية يمكن استنتاج درجة تركز كل ج نسية بالنسبة لمجموع مساحات المنشآت الصناعية، لكي يكون مؤشر للانتشار المكاني لجنسية دون أخرى، وتقاس نسبة التركز العمالي بالمعادلة:

[1] تضم مجموعة العمالة الهندية العمال من الهند، وباكتسان وبنجلاديش والأفغان وذلك بسبب قلة التمييز في إجابات الاستبانة.

مجموع مساحة المنشآت التي تتواجد فيها الجنسية

نسبة التركز العمالي للجنسية = ------------------------------------ x100

مجوع مساحة المنشآت بالمنطقة الصناعية

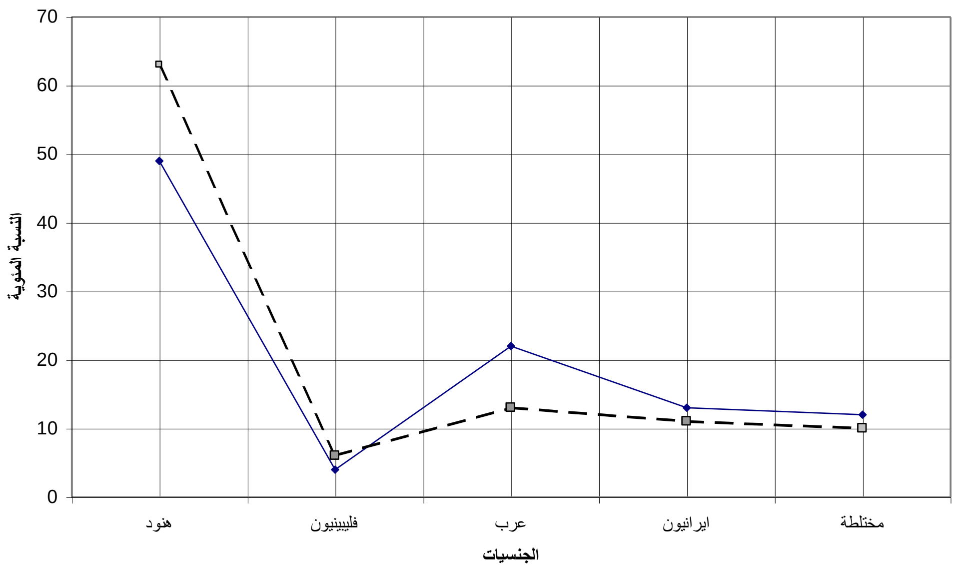
والجدول (1) يحتوي نتائج تطبيق المعادلة أعلاه.

جدول (1): الإحصاء الكمي للعمال حسب الجنسية

جنسية العمال	**عدد العمال**	**النسبة المئوية للعمال**	**نسبة التركز العمالي**
الهنود	8754	%49	%63
فليبينيون	793	%4	%6
عرب	3976	%22	%13
إيرانيون	2398	%13	%11
مختلطة	2240	%12	%10
المجمـــــــــوع	**18161**	**%100**	**%100**

المصدر: مستخلص من برنامج آركفيو GIS Arc/View لنظم المعلومات الجغرافية المستخدم في الدراسة

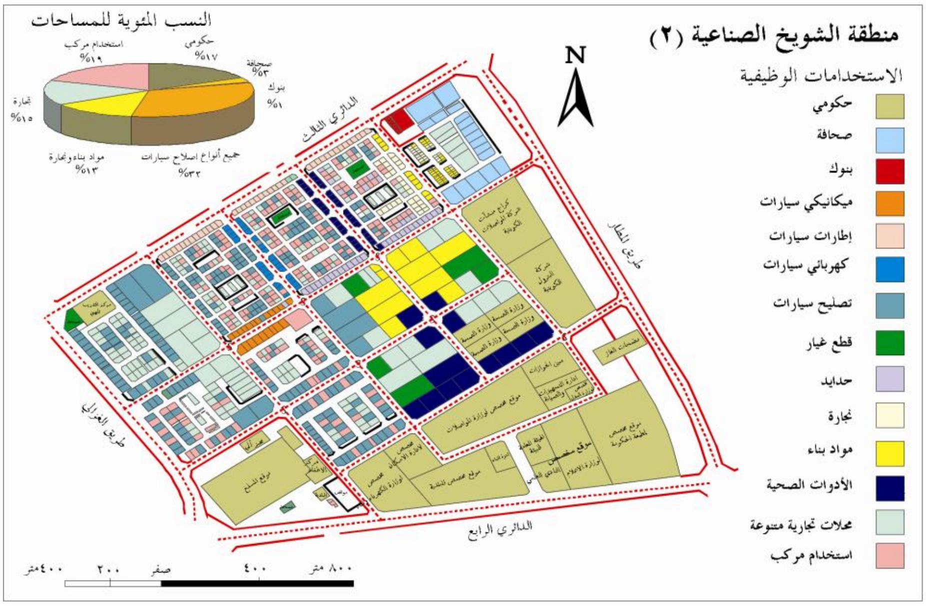
شكل (5): التمثيل البياني للعلاقة بين التوزيع النسبي للعمالة ونسبة التركز العمالي



ومن الجدول (1) يمكن استشفاف التالي:

- أن العمالة الهندية تتوزع على مساحة 63% من مجموع مساحة المنشآت الصناعية بالمنطقة الصناعية، وهذا يعكس الانتشار الكبير مقارنة بالجنسيات الأخرى، حيث تصل إلى حوالي ثلثي مساحة المنطقة الصناعية، بالرغم من أن نسبة العمال الهنود لاتزيد على 49% فقط أقل من نصف مجموع العمال بالمنطقة، وهذا يظهر مؤشراً آخر بأن نصيب العامل الهندي من المساحة الأفقية أكثر من العامل غير الهندي.
- شكل (5) يوضح أن العلاقة بين التوزيع النسبي للعمال حسب جنسياتهم تتناسب تناسب عكسي مع نسبة التركز العمالي في حالة العمال ة العربية والعمالة الإيرانية والجنسيات المختلطة، مما يعكس زيادة عدد العمال من هذه الجنسيات داخل المنشآت أي أن نصيب العامل من المساحة الأفقية أقل من العامل الهندي، حيث يتضح أن مع زيادة نسبة العمال ارتفعت نسبة التركز المكاني.

شكل (٦): التوزيع المكاني لأنواع الأنشطة الصناعية والخدمية في منطقة الشويخ الصناعية (٢)



المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية آركفيو Arc/View وبرنامج كوريل درو Corel Draw
(هذه الخريطة مقتبسة من بحث سابق للباحث حول الخصائص الوظيفية للمنطقة)

3) العلاقة بين جنسيات العمال ونوعية النشاط الصناعي والخدمي:

تبين لنا من الفقرتين السابقتين أن نسبة التركز العمالي تتفاوت بين الجنسيات، مما يجعلنا نفكر فيما كانت هناك علاقة بين نوعية الجنسية ونوعية النشاط الصناعي والخدمي، أي هل هناك تلازم لنشاط معين مع جنسية معينة ؟ ..

وبمقارنة الخريطتين شكل (4) والخريطة شكل (6) ومطابقتهما في نظم المعلومات الجغرافية وإجراء التحليل المكاني الكمي لتحديد التركيب النسبي للعمال حسب جنسياتهم في كل نشاط صناعي وخدمي كما في جدول (2)، يمكن استخلاص التالي:

- هناك تلازم بين بعض الأنشطة الصناعية والخدمية وجنسيات معينة ، وخاصة خدمات إطارات السيارات تتركز فيها العمالة الفليبينية بنسبة 85% من مجموع المنشآت المخصصة لهذا النشاط، وأيضاً نشاط النجارة ومواد البناء تتركز فيها العمالة العربية وعلى وجه الخصوص العمالة المصرية والأردنية بنسبة تزيد عن 92% من مجموع المنشآت المخصصة لهذه الأنشطة، ونشاط الحدايد تتركز فيها العمالة الهندية بنسبة 95%.
- هناك أنشطة صناعية وخدمية لاتقتصر على جنسية معينة مثل إصلاح السيارات والتي تتداخل فيها المهارات العمالية من مختلف الجنسيات، ولكن تزيد نسبة العمالة الهندية فيها عن 48%.
- هناك أنشطة خدمية ينعدم فيه ا وجود جنسيات معينة مثل إصلاح إطارات السيارات حيث ينعدم فيها وجود عمالة عربية، وتقتصر في الغالب على العمالة الفليبينية، وكذلك محلات قطع الغيار، حيث تقتصر على عمالة هندية لديها خبرة في شهادات متوسطة وجامعية تتعلق بهندسة قطع غيار السيارات.
- تحتل الجنسيات العربية حوالي ثلثي (64%) حجم العمالة في نشاط الأدوات الصحية، ويليهم الهنود بنسبة 19%، وتتوزع بقية النسب على الجنسيات المختلفة.
- تتركز العمالة الإيرانية في الاستخدامات المركبة، أي التي لاتقتصر على استخدام واحد في نفس المنشأة، مما يشير إلى عدم التجانس في توزيع

الاستخدامات وعدم وجود التخصصية، وخاصة في المنشآت الكائنة في الشوارع الفرعية.

جدول (2): التوزيع النسبي لجنسيات العمال حسب نوع النشاط الصناعي والخدمي

النشاط الصناعي	الهنود	الفليبينيون	العرب	الإيرانيون	جنسيات أخرى	المجموع
ميكانيكي سيارات	%74	%2	%13	%11	صفر	%100
إطارات سيارات	%11	%85	صفر	صفر	%4	%100
كهربائي سيارات	%21	%6	%27	%29	%17	%100
إصلاح سيارات	%48	%3	%17	%12	%20	%100
قطع غيار	%100	صفر	صفر	صفر	صفر	%100
حدايد	%95	صفر	صفر	صفر	%5	%100
نجارة	%3	صفر	%92	%5	صفر	%100
مواد بناء	%8	صفر	%85	%7	صفر	%100
الأدوات الصحية	%19	%5	%64	%9	%3	%100
محلات تجارية	%25	صفر	%39	%27	%7	%100
استخدام مركب	%28	صفر	%22	%35	%15	%100

المصدر: مستخلص من التحليل المكاني بعد مطابقة الخريطتين شكل (4،6) في برنامج آركفيو **GIS Arc/View**

ويتضح من العرض أن هناك علاقة واضحة بين نوعية الج نسية ونوعية النشاط الصناعي والخدمي للعمال، حيث يوجد تلازم بين بعض الأنشطة وبين بعض الجنسيات، كما توجد هناك بعض الأنشطة التي تتوزع على جميع الجنسيات، وفي نفس الوقت يقتصر بعضها على جنسية معينة دون غيرها.

ثانياً: التوزيع المكاني للعمال حسب الحالة التعليمية:

تعكس الحالة التعليمية البُعد الفني ومستوى الآداء الخدمي والصناعي الذي يسود في المنطقة الصناعية، فكلما انحدر المستوى التعليمي كلما زاد تعرض النشاط الصناعي إلى التدهور بسبب اعتماده على أيدي عاملة أُميّة لم تتعلم المهن الصناعية بل جاءت مفتقرة إلى الحد الأدنى من الكفاءة وامتهنت الحرف التي لايهتم رعاياها بمستوى التصنيع الذي يقدم، وتتركز اهتماماتهم على المكاسب المادية، مما يترتب عليه تدهور المستوى التصنيعي والخدمي بالمنطقة.

الخريطة شكل (7) تظهر التوزيع المكاني للعمال حسب المستوى التعليمي، حيث تم تقسيم بياناتها طبقاً للاستبانة إلى خمس مجموعات [1] هى: الأميون، العمال الذين يستطيعون القراءة والكتابة فقط وليس لديهم شهادات، العمال الحاصلين على شهادات متوسطة وهى غالباً شهادات فنية في الكهرباء، وميكانيكا السيارات، وعُمال لديهم شهادات جامعية وتقتصر في الغالب على الإداريين والمشرفين وخاصة في الاستخدامات التجارية كالشركات التجارية الكبرى بالمنطقة الصناعية، وأخيراً المنشآت التي تتنوع فيها الحالات التعليمية المختلفة، وهى المحلات التجارية، وبعض الأنشطة كالأدوات الصحية.

والجدول (3) يوضح التوزيع النسبي والعددي للحالات التعليمية المختلفة.

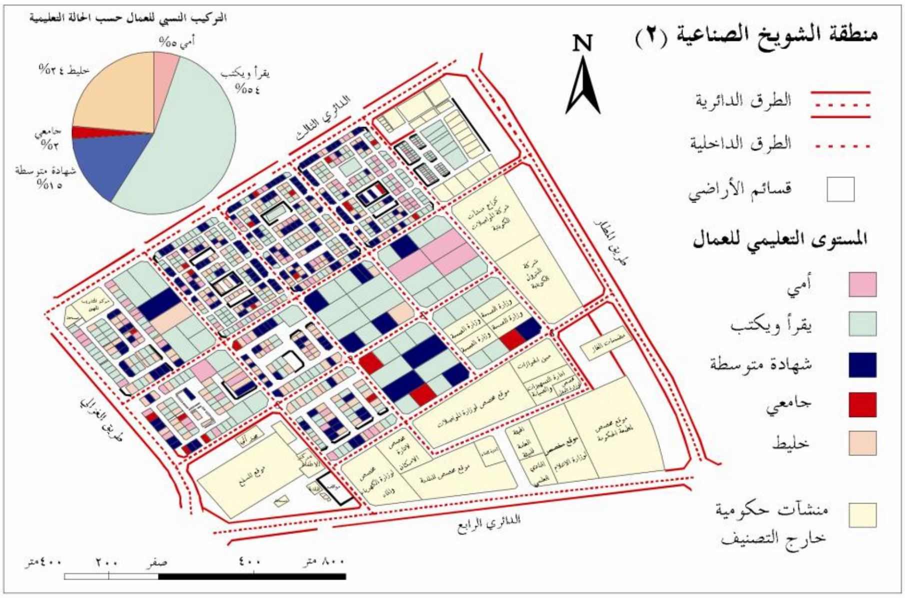
جدول (3): التركيب النسبي للعمال حسب الحالة التعليمية

الحالة التعليمية	عدد العمال	النسبة المئوية
أمي	954	%5
يقرأ ويكتب	9723	%54
شهادة متوسطة	2754	%15
جامعي	452	%2
مختلط	4278	%24
المجمـــــــوع	**18161**	**%100**

المصدر: مستخلص من الخريطة شكل (7) كنتيجة للتحليل المكاني في برنامج آركفيو GIS Arc/View

[1] عند تقسيم المجموعات تم الاعتماد على معيار ثابت في جميع الحالات لتحديد المجموعة التي تخضع لها المنشأة الصناعية وهو اذا توفر في المنشأة الواحدة نسبة 90% من عدد عمالها لهم نفس الخاصية التعليمية تم إدراج المنشأة إلى تلك المجموعة، وتجاهل النسبة المتبقية، وذلك بهدف تبسيط بعض الحالات المركبة في وجود أكثر من حالة تعليمية في منشأة واحدة.

شكل (٧): التوزيع الجغرافي للعمال حسب الحالة التعليمية



المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية آركفيو Arc/View وبرنامج كوريل درو Corel Draw

ومن الخريطة شكل (7) والجدول (3) يمكن استخلاص خصائص التوزيع المكاني للعمالة حسب الحالة التعليمية على النحو التالي:

1) تنتشر العمالة الأُميّة في جميع أنحاء المنطقة الصناعية وبين جميع الجنسيات باستثناء العمالة الكويتية التي لاتظهر في التوزيع نظراً لصغر عددها، فبالرُغم من النسبة القليلة للأُميين والتي لاتزيد عن 5% من مجموع العمال بالمنطقة الصناعية إلا أن انتشارها بهذه الصورة بين كل الجنسيات إنما يعكس تدني مستوى المتطلبات التوظيفية للعمالة، وعدم حرص ملاك المنشآت الصناعية والخدمية على الارتقاء بمستوى الأداء الصناعي والخدمي في منشآتهم من خلال استقطاب أو تشغيل عمال غير أُميين، وبمطابقة الخريطة شكل (7) مع الخريطة شكل (4) نجد أن معظم العمالة الأُميّة تنتشر بين الجنسيات العربية، وخاصة المصرية والأردنية في أعمال النجارة ومواد البناء.

2) تسود العمالة التي تستطيع القراءة والكتابة فقط – دون وجود شهادات – في المنطقة الصناعية، حيث تصل إلى 9723 عامل بنسبة 54% من مجموع العمالة بالمنطقة، وبالطبع تنتشر بين كل الجنسيات وفي جميع المنشآت الصناعية والخدمية، ومن الخريطتين شكل (7) و(4) يتبين أن العمالة العربية والإيرانية تنحصران في هذه المجموعة إلى جانب المجموعة الأُمية دون غيرها من الحالات التعليمية الأخرى.

3) تتوزع العمالة التي تحمل الشهادات الفنية المتوسطة بنسبة 15% وتنحصر في الأنشطة الفنية الخاصة مثل كهرباء وميكانيكا السيارات، هذا الى جانب العمالة الفليبينية التي تعمل بشكل أساسي في نشاط إصلاح إطارات السيارات باعتبار أن معظم العاملين من الفليبين هم من حملة الشهادات المتوسطة وليس بالضرورة أن تكون تخصصية، كما تتواجد أيضاً العمالة من حملة الشهادات المتوسطة في نشاط الأدوات الصحية، والمحلات التجارية.

4) بالطبع تقتصر نسبة العمال الجامعيين أو من حملة الشهادات الجامعية على نسبة 2% فقط من مجموع العمالة بالمنطقة الصناعية، وذلك لعدم الاحتياج إليها في مجالات الأنشطة الخدمية التي تسود بنسبة 93% من مجموع الأنشطة المتوفرة بالمنطقة، وتنحصر العمالة من هذه الحالة التعليمية في المحلات التجارية، وبعض الاستخدامات المركبة، وعادة الذين يقومون بأعمال إدارية، أو إشرافية، أو مندوب شركات، أو أعمال محاسبية.

5) وطبقاً للمعيار الذي أُعتمد عليه لتصنيف العمالة حسب الحالة التعليمية بناءً على البُعد المكاني وهو توفر نسبة 90% من العمالة تتشابه في الحالة التعليمية لكي يمكن اعتبار أو تعميم عمال المنشأة لحالة تعليمية دون أخرى، لذلك تبين وجود منشآت صناعية وخدمية لم يتوفر فيها هذا المعيار مما يصعب التمثيل المكاني المساحي، وعند استعمال أسلوب التمثيل الكارتوجرافي المركب فإن البُعد المكاني الم تمثل في المساحات الصغيرة للمنشأة طبقاً لمقياس الرسم ومساحة ورقة الرسم، لذلك أُدرجت جميع المنشآت التي لم يتوفر فيها المعيار الكمي المذكور إلى حالة تصنيفية خاصة باسم "مختلط" أي تعدد الحالات التعليمية الأساسية داخل المنشأة الواحدة، وتصل نسبة العمالة التي تخضع لهذه المجموعة التصنيفية إلى 24% أي مايقرب من ربع عدد العمالة بالمنطقة، وهذا يعكس حقيقة تواجد أعداد ليست بالقليلة من العمالة تخضع للحالات التعليمية من حملة الشهادات المتوسطة والجامعية، والتي تصل في مجموعها إلى 643عامل بنسبة 3.5% من مجموع العمالة بالمنطقة الصناعية إلا أنها تتوزع بشكل عشوائي يصعب تمثيلها في حدود مقياس الرسم المستخدم.

6) يمكن تحليل البُعد المكاني لانتشار الحالات التعليمية المختلفة لتحديد النسب المئوية للمساحات التي تنتشر عليها كل حالة تعليمية وتحديد مدى العلاقة بين أعداد العمال في كل حالة تعليمية وبين المساحات التي تتوزع عليها كل حالة، ويمكن تنفيذ ذلك من خلال الحصول على مجموع مساحات المنشآت لكل حالة تعليمية بالاعتماد على معادلة يتم إدخالها في نظم المعلومات الجغرافية على النحو التالي:

$$\text{النسبة المئوية لمساحة المنشآت لكل حالة تعليمية} = \frac{\text{مجموع المساحات التابعة لكل حالة تعليمية}}{\text{مجموع مساحات جميع المنشآت بالمنطقة الصناعية}} \times 100$$

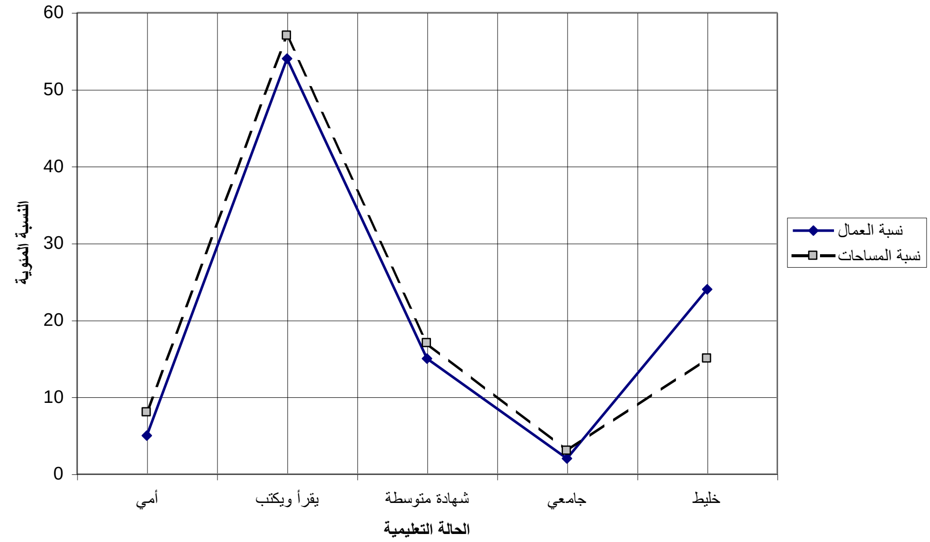
والجدول (4) يحتوي على نتائج المعادلة بالمقارنة بالتوزيع النسبي لأعداد العمالة في كل حالة تعليمية، والرسم البياني شكل (8) يوضح العلاقة البيانية بين النسبتين.

جدول (4): التركيب النسبي للعمالة والمساحات للحالات التعليمية

الحالة التعليمية	النسبة المئوية للعمالة	النسبة المئوية للمساحات
أمي	%5	%8
يقرأ ويكتب	%54	%57
شهادة متوسطة	%15	%17
جامعي	%2	%3
مختلط	%24	%15
المجمـــــــوع	**%100**	**%100**

المصدر: مستخلص من الخريطة شكل (7) والمعادلة أعلاه كنتيجة للتحليل المكاني في برنامج آركفيو GIS Arc/View

شكل (8): العلاقة البيانية بين التركيب النسبي للعمال والمساحات لكل حالة تعليمية



ونلاحظ من الرسم البياني شكل (8) أن العلاقة بين التوزيع النسبي للعمال في كل حالة تعليمية وبين التوزيع النسبي للمساحات التي تنتشر عليها الحالات التعليمية علاقة عكسية، باستثناء مجموعة المختلط.

ثالثاً: التوزيع المكاني للعمال حسب التركيب العُمري:

تعتبر التركيب العُمري من أهم الخصائص الديموغرافية للسكان، حيث يسهم في توضيح الصورة الحقيقية للقوة الإنتاجية للسكان فكلما زادت فئات العمر المنتجة التي تنحصر بين 15-64سنة فان المجتمع يتمتع بقوة إنتاجية كبيرة، وإذا زادت فئات العمر الدنيا (أقل من 15 سنة) والعليا (أكثر من 64سنة)، فان ذلك يعبر عن ارتفاع نسبة الإعالة الكلية في المجتمع[1].

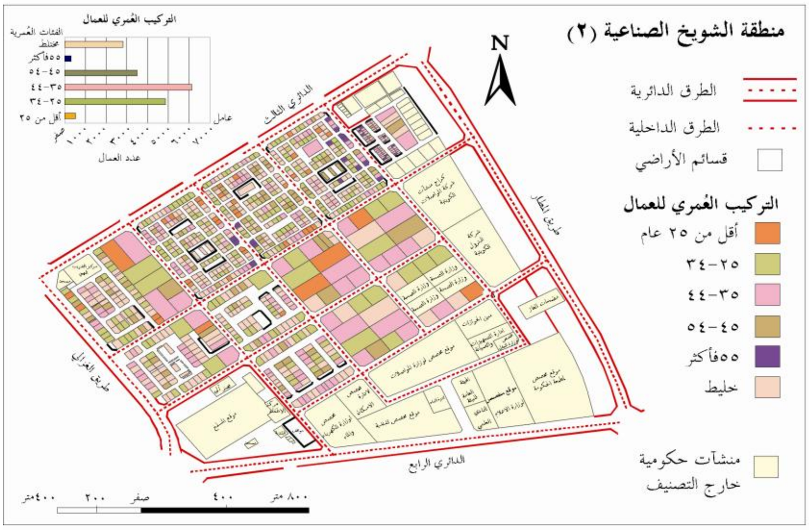
وعند دراسة التركيب العُمري للعمال فان الهدف هنا لاينطبق مع المفهوم المذكور أعلاه حول دراسة حجم القوة الإنتاجية أو حساب نسبة الإعالة، وذلك بسبب أن جميع الفئات العُمرية للعمال في المنطقة تقع في الفئات العُمرية المنتجة، ولكن تهدف الدراسة الحالية إلى التالي:

- معرفة نمط التوزيع المكاني للفئات العُمرية المختلفة

[1] رشود الخرّيف، 1420هـ، ص 48.

- مدى تركز فئة عُمرية معينة في المنطقة الصناعية دون الأخرى
- معرفة حجم الفئة العُمرية الصغرى والكبرى
- التعرف على متوسط العُمر، والعُمر الوسيط للعمالة.
- معرفة العلاقة بين الفئات العُمرية وبين الخصائص الديموغرافية الأخرى

شكل (٩): التوزيع الجغرافي للعمال حسب الحالة التركيب العُمري



المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية آركفيو Arc/View وبرنامج كوريل درو Corel Draw

بدراسة الخريطة شكل (9) نجد أنه تم تقسيم الفئات العُمرية إلى خمس فئات بالإضافة إلى مجموعة تصنيفية تضم عمالة تخضع لأكثر من فئة عُمرية، والجدول (5) يحتوي على الأعداد المقابلة لكل فئة والنسبة المئوية، ويمكن استنتاج الخصائص العُمرية التالية:

1) تنتشر جميع الفئات العُمرية في جميع أنحاء المنطقة الصناعية، وفي جميع الأنشطة الصناعية والخدمية، أي أن نمط التوزيع المكاني للفئات العمرية عشوائي.

2) أقل الفئات العُمرية هى التي تضم العمال أقل من 25سنة، حيث تصل إلى 532 عامل فقط بنسبة 2.9% من مجموع العمالة بالمنطقة، وحيث إن أصغر العمال عمراً بالمنطقة الصناعية هو 19 سنة، لذلك تم التغاضي عن الفئة العُمرية أقل من 18 سنة في الاستبانه. وتتوزع العمالة في الفئة العُمرية أقل من 25سنة في الأنشطة الخاصة بالسيارات مثل بيع كماليات السيارات وأيضاً في بعض المحلات التجارية.

جدول (5): التركيب العُمري للعمال

الفئة العُمرية	عدد العمال	النسبة المئوية
أقل من 25 سنة	532	%2.9
34-25	4863	%26.8
44-35	6124	%33.7
54-45	3491	%19.2
55 فأكثر	324	%1.8
مختلط	2827	%15.6
المجمـــــوع	**18161**	**%100**

المصدر: مستخلص من الخريطة شكل (7) والمعادلة أعلاه كنتيجة للتحليل المكاني في برنامج آركفيو GIS Arc/View

3) تحتل الفئة العُمرية 35-44 سنة المرتبة الأولى من حيث عدد العمال التي تضمهم وذلك بأكثر من ثلث العدد الكلي لعمال المنطقة الصناعية، واذا أضفنا اليها الفئة التي تليها في الترتيب من حيث العدد وتضم العمال في الفئة العمرية 25-34 سنة فاننا نجد أن 60.5% من مجموع العمال، وعند اضافة الفئة التالية في الترتيب من حيث العدد والتي تضم عمال من فئات عمرية بين 45-54سنة، فان مجموع الفئات الثلاث معاً يصل الى 79.7% من مجموع العمال، أي أن الهرم السكاني لعمال المنطقة يعتمد على قاعدة عُمرية منتجة في أقصى فترات الانتاج.

4) تظهر البيانات وجود عمالة تزيد عن 55 سنة بنسبة 1.8% وهى في الغالب عمالة إيرانية وأردنية تنتشر في أنشطة النجارة، ومواد البناء، وكهرباء السيارات وهم في الغالب متواجدون منذ أن أُنشأت المنطقة الصناعية ذاتها في السبعينيات من القرن العشرين، وأكبر العمالة عمراً في المنطقة الصناعية هو عامل إيراني عمره 67 سنة، ويوجد في إحدى المنشآت المتخصصة في مواد البناء.

5) تشير البيانات أيضاً إلى وجود منشآت عديدة تضم عمالة تتفاوت الأعمار فيها بشكل كبير حيث لايمكن إدراجها تحت إحدى الفئات العُمرية المذكورة، وهذه المجموعة

تصل نسبتها الى 15.6% من مجموع العمالة، مما يشير الى عدم وجود عامل الالتزام بفئة عُمرية معينة، وغالباً تنتشر العمالة التي تتفاوت أعمارها في نفس المنشأة في منشآت إصلاح السيارات حيث يوجد تفاوت عُمري واضح بين الصبي ومعلمه، وهذه ظاهرة طبيعية في مثل هذه المنشآت التي يقوم فيها مشرفو المنشآت من العمالة الهندية باستقطاب ذويهم من أعمار صغيرة نسبياً دون أن تتوفر لديهم خبرة في المهنة، ويقومون بتدريبهم، وبذلك يحققون مكاسب مالية كبيرة من خلال استقطاب تلك العمالة بتكاليف منخفضة.

6) وبالاستفسار الكمي في قاعدة المعلومات الجغرافية المقترنة بالخريطة والتي تم إعدادها للدراسة بناءً على الاستبانة، عن العمر الوسيط [1] تبين أنه هو العُمر 39 سنة، وهذا مؤشر الى أن العمالة تحتل العمر الوسيط أكثر من العمر الوسيط لغير الكويتيين والذي يصل الى 32 سنة، ولدى الكويتيين 14 سنة[2] بسبب زيادة أعداد السكان الكويتيين من صغار السن؛ للمقارنة في المملكة العربية السعودية تصل الى 15 سنة للسعوديين و30 سنة لغير السعوديين[3].

رابعاً: التوزيع المكاني للعمال حسب الحالة الاجتماعية:

تصنف معظم الدراسات السكانية والديموغرافية التي أُنجزت عن دول مجلس التعاون الخليجي العمالة الوافدة ضمن الحالة الاجتماعية المعروفة باسم "عُزاب"، وذلك بسبب أن معظم تلك العمالة يعيش في تلك الدول بدون اصطحاب أُسرهم لعدم سماح قوانين العمل فيها للعمالة الوافدة باستقطاب أُسرهم معهم،إلا في حالة توفر الحد الأدنى من الدخل للعائل، والذي غالباً أعلى من دخل أكثر من 90% من العمالة الوافدة.

وعليه يتم تصنيف تلك الفئة السكانية الكبيرة نسبياً في أية دولة خليجية ضمن السكان غير المتزوجين، ولذلك تسعى الدراسة الحالية الى التعمق في دراسة فئة العمالة بمنطقة الشويخ الصناعية على أساس الحالة الاجتماعية وتحديد خصائصهم الاجتماعية، حيث تبين

---

[1] العمر الوسيط هو العمر الذي يقسم قوة العمل الى مجموعتين متساويتين (رشود الخريف، 2000، ص 19).

[2] من حسابات الباحث.

[3] رشود الخريف، 1420هـ، ص 60-61.

أنه يمكن تقسيم العمال حسب الحالة الاجتماعية وعلى أساس البُعد المكاني الى الفئات التالية:

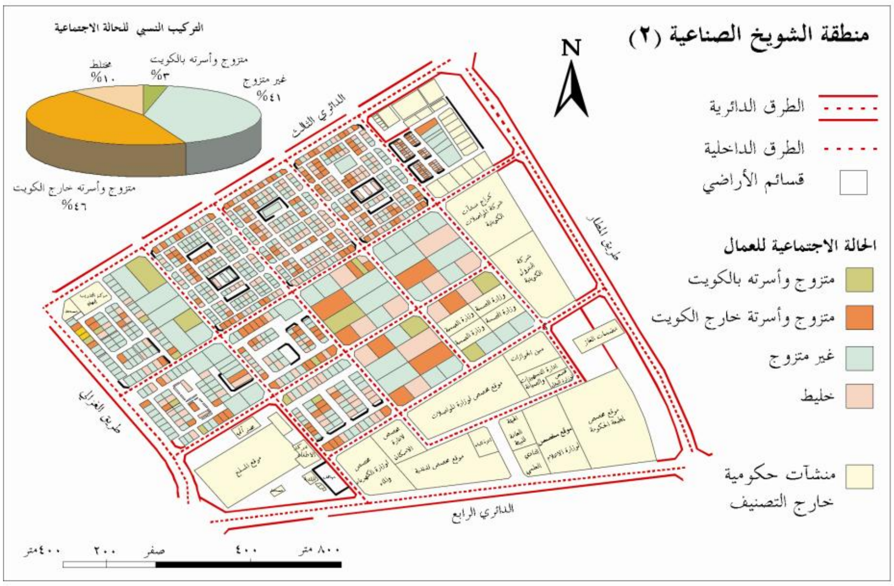
- عمال متزوجون ويصطحبون أُسرهم بالكويت
- عمال متزوجون وأُسرهم خارج الكويت
- عمال غير متزوجين
- فئة عمال مختلط من الفئات الثلاثة الأولى

والجدول (6) يوضح التركيب العددي والنسبي للفئات المختلفة بالمنطقة الصناعية.

الحالة الاجتماعية	عدد العمال	النسبة المئوية
متزوج وأسرته بالكويت	588	%3
متزوج وأسرته خارج الكويت	7432	%41
غير متزوج	8254	%46
مختلط	1887	%10
المجمــــــــوع	**18161**	**%100**

المصدر: مستخلص من الخريطة شكل (10) والمعادلة أعلاه كنتيجة للتحليل المكاني في برنامج آركفيو GIS Arc/View

شكل (١٠): التوزيع المكاني للعمال حسب الحالة الاجتماعية



المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية آركفيو Arc/View وبرنامج كوريل درو Corel Draw

ويمكن تحليل الخصائص الاجتماعية للعمال على أساس البُعد المكاني من الخريطة (شكل 10) على النحو التالي:

1) لم تتضمن البيانات حالات اجتماعية غير التي يحتويها جدول (6) كالمطلّق، والأرمل، حيث ينعدم وجودها بين عمال المنطقة الصناعية.

2) تم تصنيف المتزوجين إلى مجموعتين مختلفتين حسب مدى اصطحاب العمال لأسرهم بالكويت، وهذا التصنيف من شأنه أن يسهم في الكشف عن الظروف الاجتماعية التي تعيشها العمالة الوافدة؛ فالمجموعة الأولى وهم المتزوجون وأُسرهم يعيشون معهم بالكويت، وهى فئة صغيرة حيث لاتشكل إلا 3% فقط من مجموع العمالة الكلية بالمنطقة الصناعية، ولاتزيد عن 588 عامل؛ وهؤلاء العمال لهم ظروف اجتماعية مختلفة وراء التحاق أُسرهم معهم بالكويت [1]، فمنهم من ساهم كفيله في استخراج شهادة راتب غير حقيقية تشير إلى أن دخله الشهري يسمح بجلب أُسرهم، وهذه مجموعة قليلة نسبياً؛ ومنهم من كان يعمل في وظائف أخرى خارج المنطقة الصناعية براتب أعلى، وعندما تعرض إلى إنهاء خدماته قام بتحويل كفالته للعمل بالمنطقة الصناعية براتب أقل بكثير مع الإبقاء على أسرته معه على اعتبار أن الزوجة تعمل أيضاً؛ ومنهم من يقوم بدور المالك للمنشأة من الباطن ودخله الشهري مرتفع؛ وأخيراً منهم من تزوج داخل الكويت من الجاليات التابعين لها وهم معظمهم من الإيرانيين، والأردنيين، والهنود.

3) تتوزع فئة المتزوجين وأُسرهم بالكويت في منشآت محدود تتمثل في المحلات التجارية وبعض الأنشطة المختلفة مثل إصلاح السيارات وغيرها.

4) وتأتي فئة المتزوجين وأُسرهم خارج الكويت بنسبة 41% من مجموع العمالة في المنطقة الصناعية، وهذه الفئة التي تحتاج الى دراسات اجتماعية أكثر عمقاً في قضاياهم، وابراز مشاكلهم الاجتماعية والاقتصادية والتي بالطبع تنعكس على حجم ونوعية الأداء الصناعي والخدمي لهم، وكارتوجرافيا ينتشرون في معظم الأنشطة الصناعية وخاصة لدى الجنسية الفليبينية في نشاط إصلاح إطارات السيارات بنسبة 82% من مجموع الفليبينيين،

---

[1] إجابات إضافية ليست في الاستبانة ولكن من سياق الحوار الذي دار أثناء المقابلات الشخصية لملء الاستبانة.

والجنسيات العربية وخاصة المصرية والأردنية في أنشطة النجارة ومواد البناء بنسبة لاتقل عن 87% من مجموع المصريين، و91% من مجوع الأردنيين، وأيضاً توجد هذه الفئة لدى الجنسية الهندية ولكنها بنسبة أقل لاتزيد عن 34% من مجموع الهنود متزوجون ويعيشون بالكويت بدون أسرهم.

5)أما فئة غير المتزوجين تصل نسبتهم الى 46% من مجموع العمالة، أي أقل من نصف العمالة بالمنطقة على عكس العُرف السائد عن عمال المنطقة الصناعية بأنهم مجتمع عُزاب، ويتوزع العُزاب بشكل أساسي في الجنسية الهندية وفي جميع الأنشطة الصناعية والخدمية بنسبة 86% من مجموع العُزاب بالمنطقة الصناعية، وبنسبة 58% من مجموع العمالة الهندية ذاتها.

6) وتبقى مجموعة من العمالة تصل إلى نسبة 10% من مجموع العمالة في المنطقة الصناعية تتواجد في المنشآت الصناعية بصورة مختلطة من الصعب تعميمها إلى إحدى الفئات المذكورة، وذلك بسبب عدم سيادة فئة دون غيرها في تلك المنشآت، وحسب الخريطة شكل (10) فإنها تتوزع في جميع أنحاء المنطقة الصناعية وخاصة في المحلات التجارية وبعض الأنشطة مثل الحدايد، وميكانيكا السيارات، وإصلاح السيارات وغيرها.

خامساً: التوزيع المكاني للعمال حسب مستوى الأجور الشهرية:

تمثل دراسة العمال من حيث مستوى الدخل الشهري من أهم مرتكزات الخصائص الديموغرافية بالمنطقة الصناعية، وخاصة وأنها تعطى مؤشراً واضحاً للجوانب التالية:

- النوعية الفنية للعمالة؛ فكلما انخفض مستوى أجور العمالة كلما دل ذلك على انخفاض المستوى الفني لتلك العمالة، وبالتالي تدني مستوى التصنيع وتدهور المستوى الخدمي، حيث تقل المتطلبات الفنية الأساسية للتشغيل.
- مدى مساهمة العمالة في انتعاش الاقتصاد الوطني؛ فكلما انخفضت الأجور، كلما دل ذلك على تهميش دور تلك العمالة كقوة شرائية في البلاد، حيث تقتصر تعاملاتهم على تحويل رواتبهم الشهرية الى ذويهم خارج البلاد دون

وجود الحد الأدنى من فائض من الدخل من شأنه أن يدرج ضمن حجم القوة الشرائية.

- مدى استقرار العمالة في الصناعات الخدمية التي تحتاجها الحياة الحضرية، فكلما زاد تدهور مستوى الدخل للعمالة، كلما شكل ذلك عاملاً أساسياً في سعي تلك العمالة إلى الانتقال من نشاط الى آخر أو من دولة الى أخرى، أو الى استغلال السكان والمتمثل في رفع تكاليف الخدمات المختلفة.

ومن خلال دراسة البيانات المتعلقة بالأجور الشهرية للعمالة تم تقسيمها إلى خمس مجموعات كما في جدول (7).

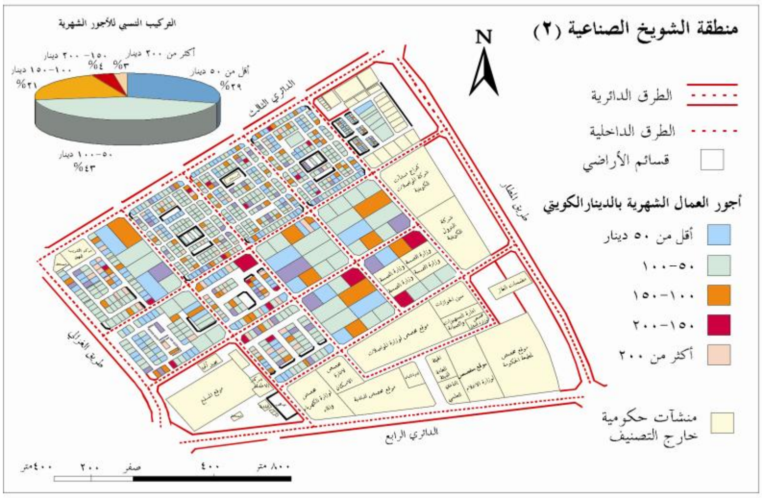
جدول (7): التركيب النسبي للعمالة حسب مستوى الدخل الشهري

فئات الدخل الشهري	عدد العمال	النسبة المئوية
أقل من 50 دينار كويتي[1]	5324	%29
100-50	7943	%43
150-100	3756	%21
200-150	675	%4
أكثر من 200 دينار	463	%3
المجمـــوع	**18161**	**%100**

المصدر: مستخلص من الخريطة شكل (11) والمعادلة أعلاه كنتيجة للتحليل المكاني في برنامج آركفيو GIS Arc/View

[1] الدينار الكويتي = 3.26دولار أمريكي حسب أسعار أغسطس 2001م

شكل (١١): التوزيع المكاني للعمال حسب مستوى الأجور الشهرية



المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية آركفيو Arc/View وبرنامج كوريل درو Corel Draw

وبالاعتماد على الخريطة شكل (11) وبيانات جدول (7) يمكن توضيح خصائص العمالة حسب الدخل الشهري على النحو التالي:

1) يتضح أن هناك أكثر من ربع العمالة لاتتعدى مرتباتهم الشهرية 50 دينار كويتي، حيث تصل نسبتهم الى 29% من مجموع العمالة، مما يعكس ظاهرة تدني المرتبات، وتؤكد البيانات المصاحبة لعملية المقابلة الشخصية أثناء ملء الاستبانة أن مجموع العمال الذين يتقاضون أقل راتب وهو 35دينار شهري يصل إلى 4532 عامل أي بنسبة 85.1% من مجموع العمالة التي تتقاضى أقل من 50 دينار، وبنسبة 24.9% من مجموع العمالة في المنطقة الصناعية، أي أن هناك ربع العمالة تتقاضى رواتب متدنية جداً.

2) تتوزع فئة الرواتب المتدنية أقل من 50 دينار في جميع الأنشطة الصناعية والخدمية، وتتوزع على أساس الجنسية بنسبة 83.5% عمالة هندية و نسبة 13.9% عمالة فليبينية، والنسبة المتبقية 2.6% عمالة عربية.

3) تحتل الفئة الثانية 50-100 دينار نسبة 43% من مجموع العمالة بالمنطقة الصناعية، وهى نسبة لىست بالقليلة، وتتوزع كما تظهر الخريطة شكل (11) في جميع الأنشطة وفي جميع الجنسيات الوافدة المتواجدة بالمنطقة الصناعية.

4) إذا اعتبرنا أن الفئتين الأولى والثانية تمثلان المستوى المتدني للدخل الشهري، فانهما يشكلان معاً نسبة 72% من العمالة الكلية، وإذا قدرنا أن متوسط دخل الفرد فيها هو 75 دينار شهريا، وافترضنا أن العامل الواحد سيقوم بتحويل مبلغ 65دينار الى ذويه، فان إجمالي المبلغ الذي يتم تحويله شهرياً يصل الى 862.355دينار، وهذا المبلغ يكون مستبعداً تماماً من القوة الشرائية للسكان في دولة الكويت، وهذا أحد أسباب الركود في الأسواق التجارية بالكويت.

5) بمطابقة بيانات الخريطة شكل (11) مع بيانات الخريطة شكل (10) فإننا نجد أن نسبة المتزوجين من الفئات ذات الدخل الشهري المتدني أقل من 100 دينار يصل إلى 72% من مجموع العمال الذين يتقاضون أقل من 100دينار شهرياً، وهذا الاستنتاج يؤكد الحقيقة المذكورة أعلاه باستبعاد مرتباتهم من حجم القوة الشرائية في البلاد، وذلك بسبب احتياج ذويهم إلى الدخل الشهري بالكامل.

6) تشير بيانات الخريطة شكل (11) إلى أن الفئة الثالثة التي تتراوح مرتباتهم بين 100-150 دينار تصل إلى نسبة 21% من مجموع العمالة بالمنطقة الصناعية، أي أكثر بقليل من خُمس العمال، وهؤلاء من الفنيين حملة الشهادات المتوسطة، ويتوزعون في مناطق معدودة تتفق مع نوع النشاط الفني، فغالباً في المحلات التجارية، وبيع قطع الغيار. كما أن بعضهم عماله خضعت إلى عمليات نقل الكفالة أكثر من مرة بغرض تحسين الراتب أو البحث عن الأفضل، ومعظمهم من العمالة العربية الى جانب بعض الفليبينيين والهنود.

7) وتعتبر الفئة الرابعة التي تترواح رواتبها الشهرية بين 150-200دينار من الفئات العمالية النادرة التي تصل رواتبها إلى هذا المستوى المرتفع نسبياً بالنسبة للوضع السائد بالمنطقة الصراعية، ويتوزعون في مواقع نادرة، وهم في الغالب من حملة الشهادة المتوسطة والجامعية، ومنهم عمالة عربية وإيرانية التي تعمل منذ فترة طويلة بالمنطقة الصناعية وتقوم غالباً بمهام الإشراف على المنشآت الصناعية أو أن لديها خبرة طويلة، إلى جانب عدد قليل من العمالة الهردية الفنية المؤهلة.

8) وتبقى الفئة الأخيرة التي تزيد رواتبها الشهرية عن 200 دينار، وتقتصر على العمالة الهندية التي تعمل في المنطقة الصناعية منذ فترة طويلة وتدير شؤون المنشأة فنياً واقتصادياً، وتقتصر في الغالب على نشاط إصلاح السيارات.

سادساً: خصائص التوزيع المكاني للعمال حسب مصدر الاستقدام:

تعتبر ظاهرة تجارة الاقامات من أهم السلبيات الاقتصادية والاجتماعية التي تعاني منها العمالة الوافدة بالكويت، والتي تقود أحياناً إلى أحداث أمنية وعدم استقرار للعمالة، وذلك بسبب تعرض تلك العمالة في بعض الحالات إلى انتقاص من حقوقها المتفق عليها مسبقاً، وحيث إن منطقة الشويخ الصناعية تضم عمالة وافدة من دول عديدة مما يؤدي إلى تعدد سبل ومصادر استقدام تلك العمالة، لذلك تهتم الدراسة الحالية بموضوع التوزيع المكاني لمصادر استقدام العمالة للأهداف التالية:

- الوقوف عند مدى اعتماد المنشآت الصناعية على قدرتها الذاتية في الاستقطاب المباشر للعمالة من مواطنها المختلفة، مما يشير الى القوة الاقتصادية لملاك تلك المنشآت.
- تحديد مدى التذبذب في استقرار العمالة داخل المنطقة الصناعية من خلال معرفة حجم العمالة التي خضعت إلى حالات نقل كفالة[1].
- حجم دور ظاهرة تجارة الاقامات في القوة العمالية الكلية بالمنطقة الصناعية، والمتمثلة في مكاتب استقطاب العمالة داخل وخارج الكويت.

والجدول (8) يوضح التركيب النسبي للحالات المختلفة من مصادر استقدام العمالة، بالنسبة لمنطقة الدراسة فقط من خلال تحليل بيانات الاستبانة.

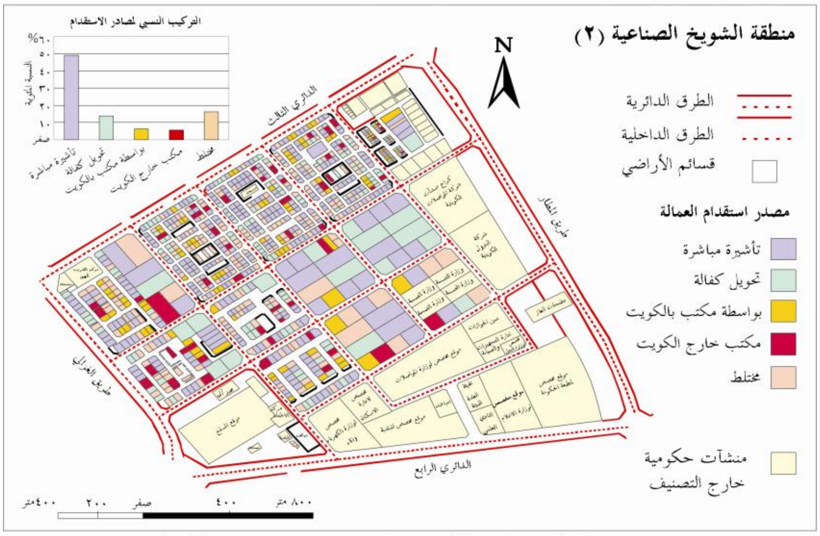
[1] يقصد بنقل كفالة هو انتقال العامل من الكفيل الذي يعمل لديه الى كفيل آخر، وهناك أسباب عديدة وراء الانتقال والتي في الغالب وجود عدم جدوى العمل لدى الكفيل الأصلي، أو في بعض الحالات يعود الى إفلاس الكفيل.

جدول (8): التركيب النسبي للعمالة حسب مصدر استقدام العمالة

مصدر استقدام العمالة	عدد العمال	النسبة المئوية
تأشيرة مباشرة	9827	%54.2
تحويل كفالة	2765	%15.3
بواسطة مكتب بالكويت	1263	%7.1
مكتب خارج الكويت	1086	%6.1
مختلط	3220	%17.3
المجمـــــــوع	**18161**	**%100**

المصدر: مستخلص من الخريطة شكل (12) والمعادلة أعلاه كنتيجة للتحليل المكاني في برنامج آركفيو GIS Arc/View

شكل (١٢): التوزيع المكاني للعمالة حسب مصدر الاستقدام



المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية آركفيو Arc/View وبرنامج كوريل درو Corel Draw

وبدراسة الخريطة شكل (12) وبيانات الجدول (8) يمكن استخلاص خصائص العمالة حسب مصدر الاستقدام على النحو التالي:

1) يسود بشكل واضح العمالة التي تم استقطابها من خلال تأشيرات مباشرة من خلال ملاك المنشآت الصناعية والخدمية وذلك بنسبة %54.2 من مجموع العمالة بالمنطقة، مما يشير إلى أن هناك حرص من ملاك المنشآت على استقطاب العمالة دون وسيط ليحقق من ناحية متطلباتهم، ومن ناحية أخرى لإمكانية اختيار الأرخص من خلال التوجه إلى المواطن الأصلية لتلك العمالة حيث العرض أكبر من الطلب، وتنطبق هذه

الحالة على أكثر من 90% من العمالة الهندية، والتي تتوزع في معظم المنشآت الصناعية والخدمية.

2) تحتل العمالة التي خضعت إلى حالات نقل كفالة نسبة 15.3% من مجموع العمالة، وهذا مؤشر الى وجود حالات إفلاس في بعض المنشآت، أو تغيير النشاط، أو وجود خلاف بين تلك العمالة وكفلائهم الأصليين، وهذه الحالة تنتشر بكثرة لدى الجنسية العربية والفليبينية، بنسبة 45% و 38% على الترتيب، إلى جانب نسبة قليلة لاتتعدى 9% لدى الجنسية الإيرانية، ونسبة 8% لدى الجنسية الهندية، وهذا يشير إلى أن التضخم المتواجد في المواطن الأصلية للعمالة العربية والفليبينية يمكن أن يكون وراء عدم رضاها على دخولهم الأصلية، وسعيها إلى تغيير الكفيل حيث الأفضل من حيث الدخل.

3) تلعب مكاتب استقطاب العمالة سواء داخل أو خارج الكويت دور كبير في توفير العمالة بالمنطقة الصناعية وغيرها من مجالات تشغيل الوافدين بالكويت، حيث تصل نسبة العمالة إلى 13.2% من مجموع العمالة بالمنطقة، وتتركز في الغالب يف الجنسية الهندية بنسبة 92%، والعربية وخاصة المصرية بنسبة 5%، والفليبينية بنسبة 3%، حيث تتواجد تنتشر مكاتب استقدام العمالة في تلك الدول.

4) توجد بعض المنشآت الصناعية التي تضم عمالة من مصادر استقدام مختلفة وتصل نسبتها إلى 17.3%، وهى تلك المنشآت ذات الاستخدام المراكب حيث تتركز العمالة الإيرانية، والمحلات التجارية حيث تتركز العمالة الهندية.

سابعاً: خصائص التوزيع المكاني للعمالة حسب المناطق السكنية:

تختلف منطقة الشويخ الصناعية بالكويت عن معظم المناطق الصناعية في دول الخليج الأخرى من حيث عدم وجود مساكن للعمال مقترنة بالمنشآت الصناعية، كما هو الحال في المنطقة الصناعية بمدينة الدوحة بدولة قطر، أو المدينة الصناعية بمدينة العين في إمارة

أبوظبي[1]، حيث شملت خطة تطوير مدينة الكويت وإعادة تخطيطها [2] إلى تخصيص مناطق سكنية للعمالة الوافدة، والتي تنتشر فيها العمارات والمباني الاستثمارية[3] لهذا الغرض.

وتهدف الدراسة الحالية من خلال دراسة التوزيع الجغرافي للعمالة حسب مناطق سكنهم بلورة التالي:

- تحديد المناطق السكنية للعمال التي تخدم منطقة الشويخ الصناعية
- التوزيع النسبي للعمالة حسب المناطق السكنية من ناحية ومن ناحية أخرى حسب التوزيع المكاني في المنشآت الصناعية.
- تحديد نمط توزيع العمالة في المنطقة الصناعية حسب مناطق السكن

والجدول (9) يظهر التوزيع النسبي للعمال حسب مناطق السكن على أساس البيانات الرقمية من الاستبانة ومحتويات الخريطة شكل (13).

جدول (9): التوزيع النسبي للعمال حسب مناطق السكن

المنطقة السكنية	عدد العمال	النسبة المئوية
جليب الشيوخ	4376	%24
خيطان الشمالي	3874	%21
خيطان الجنوبي	3120	%17
الفروانية	4623	%26
غير محدد	2168	%12
المجمـــــوع	**18161**	**%100**

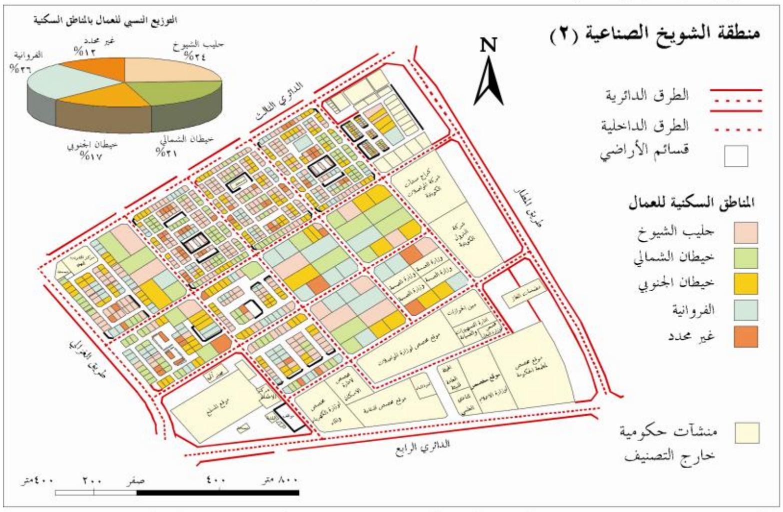
المصدر: مستخلص من الخريطة شكل (13) والمعادلة أعلاه كنتيجة للتحليل المكاني في برنامج آركفيو GIS Arc/View

[1] محمد الخزامي عزيز، 1997، ص 143-145.

[2] خطة سبنسلي وشركاه.

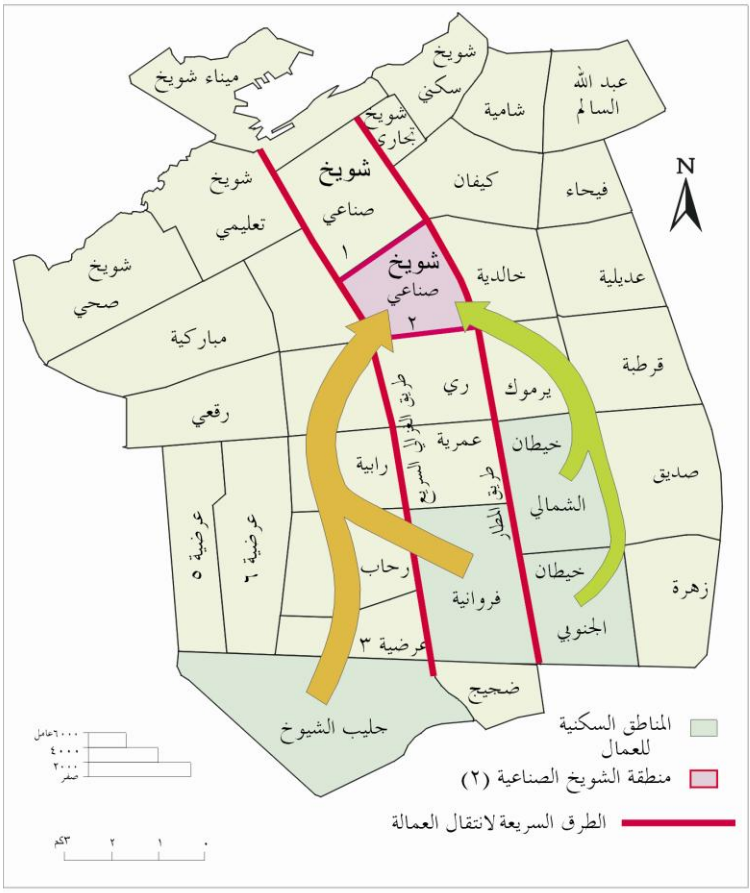
[3] هى منشآت معمارية يمتلكها المواطنين بغرض الاستثمار من خلال تأجيرها للعمالة الوافدة سواء مباشرة أو بالاتفاق مع شركات استقدام العمالة، أو مع الكفيل مباشرة، وليس للدولة دور في ذلك سوى توفير خدمات البنية الأساسية فيها، مع ملاحظة أن تلك المناطق السكنية المخصصة للعمالة تسكنها بعض الأسر الكويتية.

شكل (١٣): التوزيع المكاني للعمال حسب المنطقة السكنية بالكويت



المصدر: اعداد الباحث باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية آركفيو Arc/View وبرنامج كوريل درو Corel Draw

شكل (١٤): التنقل اليومي للعمال من مناطق السكن الى منطقة الشويخ الصناعية



المصدر: اعداد الباحث باستخدام نظم المعلومات الجغرافية آركفيو Arc/View

وبالاعتماد على الخريطة شكل (13) وبيانات الجدول (9) يمكن بلورة خصائص التوزيع المكاني للعمالة حسب المنطقة السكنية بالكويت على النحو التالي:

1) تقتصر المناطق السكنية العمالية التي تخدم عمال منطقة الشويخ الصناعية على أربعة مناطق هى: جليب الشيوخ، وخيطان الشمالي، وخيطان الجنوبي، والفروانية، وتقع جميعها في محافظة الفروانية التي تمتد إلى الجنوب الغربي من محافظة العاصمة التي تقع فيها منطقة الشويخ الصناعية، ويربط المناطق السكنية العمالية المذكورة بمنطقة الشويخ الصناعية طريق سريع يعرف باسم "طريق الغزالي" والذي يلعب دوراً كبيراً في تسهيل التنقل اليومي للعمالة (أنظر الخريطة شكل 14).

2) يسكن في المناطق السكنية الأربعة نسبة 88% من مجموع العمالة التي تعمل في منطقة الشويخ الصناعية، والنسبة المتبقية وهى 12% فهى غير محددة، حيث توجد هناك حالات تستخدم ملاحق صغيرة داخل المنشآت الصناعية للسكن، متجاوزين بذلك اللوائح المنظمة لاسكان العمالة الوافدة وهذه النسبة ضئيلة لاتزيد عن 2% من مجموع العمالة، أما النسبة المتبقية وهى 10% فإجاباهما غير محددة، حيث من المتوقع أن هذه المجموعة تسكن في مناطق سكنية غير عمالية مثل الذين يعملون أعمال إضافية كالخدم في بيوت المواطنين، أو نحو ذلك من الحالات غير الواضحة.

3) تحتل منطقة الفروانية المرتبة الأولى من حيث عدد العمالة التي تسكنها حيث تصل الى نسبة 26% من مجموع العمالة، وتأتي بعدها منطقة جليب الشيوخ بنسبة 24%، حيث يسكن فيهما معاً نصف عدد العمال بالمنطقة الصناعية، وهناك أسباب عديدة وراء ذلك منها انخفاض أسعار السكن، ووقوعها المباشر على طريق الغزالي السريع، بالإضافة إلى وجود مراكز تجارية وترفيهية تناسب المستوى المعيشي للعمال، وتسود فيهما العمالة الهندية والفلبينية.

4) وتلعب أيضاً منطقتي خيطان الشمالي وخيطان الجنوبي دوراً كبيراً في توفير مساكن عمالية اقتصادية حيث يسكن فيهما نسبة 21% و 17% على التوالي، أي أكثر من ثلث العمال، ويسكن فيها العمالة العربية وخاصة المصرية بنسبة 74% من مجموع

العمالة التي تسكن في المنطقتين، والعمالة الهندية بنسبة 21%، والنسبة المتبقية عبارة عن جنسيات مختلفة.

5) وبدراسة الخريطة شكل (13) نجد أن نمط التوزيع المكاني للعمال في المنطقة الصناعية حسب المناطق السكنية يميل إلى التجمع حول نقطة، وذلك بسبب تجاور المنشآت الصناعية التي يسكن عمالها منطقة سكنية واحدة، وهذا الاستنتاج يشير الى أن المنشآت المتجاورة والتي يمتلكها شخص واحد أو تخضع لاشراف شخص أو شركة واحدة تتبع أسلوب سكني عمالي واحد بغرض تر شيد التكاليف المتعلقة بالسكن والتنقل اليومي.

6) الخريطة شكل (14) توضح التمثيل الكارتوجرافي لحركة العمالة من المناطق السكنية إلى منطقة الشويخ الصناعية والتي تنطبق مع بيانات جدول (9).

7) أما عن الخصائص المساكن العمالية في تلك المناطق فهى متفاوتة ويمكن تحديد ملامحها على النحو التالي:

- تصل نسبة التزاحم الى 5 أفراد لكل غرفة في مساكن عمالية تصل نسبتها الى 43% من مجموع المساكن العمالية، وخاصة تلك التي يتم تجهيزها باشراف أصحاب المنشآت الصناعية، وهذا يشير الى سوء الحالة السكنية، وتتركز معظم هذه النسبة في منطقتي جليب الشيوخ وخيطان الجنوبي.
- تصل نسبة التزاحم الى 3أفراد لكل غرفة في نحو 21% من مجموع المساكن، والتي لاتخضع الى الى اشراف أصحاب المنشآت الصناعية، بل يقوم العمال بتنظيمها فيما بينهم، وتنتشر في منطقة الفروانية ومنطقة خيطان الشمالي، وتعتبر المواصفات الصحية لهذه المجموعة من المساكن أفضل بكثير من المجموعة الأولى.
- أقل معدل للغرفة الواحدة هو 2 شخص، حيث لايوجد على الاطلاق – حسب الاستبانة – غرف فردية وربما يرجع الى عوامل اقتصادية لتقليل النفقات، وتصل نسبة هذه المجموعة الى 17% من مجموع المساكن، وتتوزع

في المناطق السكنية المختلفق، والنسبة المتبقية وهى 19% غير محددة الخصائص في الاستبانة.

خلاصة وتوصيات الدراسة

تمثل الدراسة الحالية أحد تطبيقات تقنية نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الجغرافية التي تعتمد على معلومات ضخمة كمياً ومتنوعة ومتشابكة نوعياً، والمناطق الصناعية تعتبر حقل دراسي هام للجغرافيين، وخاصة وأن دراسة خصائص تلك المدن من حيث تركيبها الوظيفي وخصائص العمالة، والعوامل المتعددة التي تتداخل وتشكل شخصية المدينة الصناعية المعاصرة، وكذلك استخلاص نتائج غير مباشرة من خلال التحليل المكاني Spatial Analysis للبيانات بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية من شأنها أن تسهم بشكل أساسي في مواجهة السلبيات والرقي بمستوى الأداء الصناعي والخدمي كأحد عناصر التحضر وسمة عصرية تحدد مستوى التميّز للمجتمعات التي تسعى إلى تنميتها بما يحقق النهضة الصناعية.

وقد أُختيرت منطقة الشويخ الصناعية (2) بالكويت كمنطقة دراسة تطبيقية لابراز أحد الجوانب التطبيقية لتقنية نظم المعلومات الجغرافية، وقد تم تغطية الخصائص الوظيفية للمنطقة في دراسة سابقة، أما الدراسة الحالية فقد ركزت على الخصائص الديموغرافية لعمال المنطقة وتحديد سمات التوزيع المكاني للعمال حسب الجنسية، والفئات العُمرية، والحالة التعليمية، والحالة الاجتماعية، هذا بالإضافة إلى دراسة التوزيع الجغرافي للمناطق السكنية للعمال وتحديد خصائص تلك المساكن، كما تضمنت الدراسة إبراز بعض العلاقات المختلفة بين التنوع في الجنسيات والتنوع في الأنشطة الصناعية، وكذلك العلاقات بين الجنسية ومستوى الدخل الشهري للعمال، وغيرها من العلاقات المكانية المختلفة، ويمكن بلورت نتائج الدراسة على النحو التالي:

1) تشير نتائج التوزيع النسبي للعمال حسب الجنسية إلى تركز العمالة الهندية بنسبة 49% من مجموع العمالة، بينما تقتصر العمالة العربية بما فيها العمالة الكويتية على نسبة 22% فقط، وتليها العمالة الإيرانية بنسبة 13%، مما يشير إلى تراجع مكانة

العمالة العربية، وخاصة الكويتية التي لاتوجد إلا في صورة ملاك المنشآت أو مشرفين لبعض المحلات التجارية.

2) تشير نتائج تحليل نسبة التركز العمالي على أساس الجنسية إلى انتشار العمالة الهندية أفقياً على مساحة تصل نسبتها 63% من مجموع مساحات المنشآت الصناعية بالمنطقة، بالمقابل العمالة العربية فتنتشر فقط على مساحة نسبتها 13% فقط، مما يشير إلى أن نصيب العامل الهندي أعلى بكثير من العامل العربي أو الإيراني . كما أن الرسم البياني للعلاقة بين التوزيع النسبي للعمالة حسب الجنسية ونسبة التركز العمالي يؤكد على وجود علاقة عكسية بينهما في حالة الجنسيات العربية والإيرانية.

3) وتؤكد نتائج التحليل المكاني للعلاقة بين جنسيات العمال ونوعية النشاط الصناعي والخدمي بالمنطقة بأن هناك تلازم و اضح بين بعض الأنشطة الصناعية والخدمية وجنسيات معينة، وخاصة خدمات إطارات السيارات حيث تتركز فيها العمالة الفليبينية بنسبة 85% من مجموع المنشآت المخصصة لهذا النشاط، وأيضاً نشاط النجارة ومواد البناء حيث تتركز العمالة العربية وعلى وجه الخصوص العمالة المصرية والأردنية بنسبة 92%، وأيضاً نشاط الحدايد يقتصر على العمالة الهندية بنسبة 95%.

4) وتشير نتائج التحليل المكاني للحالة التعليمية للعمال بأنه مازالت هناك نسبة 5% من العمالة أُميّة، مما يعكس المستوى المتدني للمتطلبات التوظيفية للعمالة، وعدم حرص ملاك المنشآت على الا رتقاء بمستوى الأداء الصناعي والخدمي، وتشير البيانات إلى أن معظم العمالة الأُميّة من الجنسيات العربية وخاصة المصرية والأردنية في أعمال النجارة ومواد البناء. كما أن النسبة الغالبة وهى 54% من العمالة تستطيع القراءة والكتابة فقط، أما حملة الشهادات المتوسطة فإنها لاتزيد عن 15% وتنحصر في العمالة الفليبينية، وحملة الشهادات الجامعية فتقصر نسبتهم على 2% فقط حيث يتواجدون في المحلات التجارية وأعمال الإشراف.

5) وتؤكد نتائج التحليل المكاني للعمال حسب التركيب العُمري على أن الفئة العُمرية 35-44 سنة تحتل المرتبة الأولى من حيث عدد العمال، حيث تضم أكثر من ثلثي

عمال المنطقة، وإذا أضفنا إليها الفئة العُمرية 25–34سنة فإننا نجد أن الفئتين تشكلان نسبة 60.5% من مجموع العمال، وعند إضافة فئة ثالثة وهى 45–54سنة فان النسبة تصل إلى 79.7% من مجموع العمالة مما يؤكد أن معظم العمالة في المنطقة تتركز على الفترة العُمرية الوسطى للقوة العاملة[1] والتي تتسم بالعطاء. بالرغُم من ذلك تشير نتائج الدراسة إلى وجود عمالة فوق الستين من العُمر، وأيضاً تحت العشرين، حيث إن أكبر العمالة سناً هو إيراني الجنسية عمره 67% ويعمل في إحدى المنشآت المتخصصة في مواد البناء، وأصغر العمال هو عامل هندي عمره 17سنة ويعمل كصبي في إحدى ورش إصلاح السيارات . هذا بالإضافة إلى أن الدراسة تؤكد على أن العمر الوسيط هو 39 سنة، وهو أعلى من العُمر الوسيط لغير الكويتيين على مستوى دولة الكويت وهو 32سنة، وبالطبع أعلى بكثير من العمر الوسيط للكويتيين على مستوى الدولة وهو 14 سنة.

6) تشير نتائج التحليل المكاني لخصائص العمال حسب الحالة الاجتماعية أنه لاتوجد حالات اجتماعية المعروفة باسم "مطلق" و "أرمل"، كما أن نسبة غير المتزوجين لاتزيد عن 46% من مجموع العمالة، وفي المقابل ارتفاع نسبة المتزوجين وأُسره م تعيش خارج الكويت إلى نسبة 41% وهى نسبة مرتفعة ومعظمهم من الجنسيات الفليبينية العربية وخاصة المصرية والأردنية . كما توجد نسبة 3% فقط من مجموع عمال المنطقة تعيش أُسرهم معهم بالكويت،وهم عادة من الأردنيين والهنود الذين يعملون منذ سنوات طويلة وقد تزوجوا من جالياتهم بالكويت.

7) أما عن نتائج التحليل المكاني لمستوى الدخل الشهري فقد تبين أن هناك نسبة 29% من العمالة تقل رواتبهم عن 50 دينار كويتي شهرياً، بل تؤكد البينات التفصيلية على أن منهم نسبة 85% يتقاضون أقل راتب وهو 35 ديناراً، مما يشير إلى الوضع الاجتماعي المتدني للعمال، وتحظى الفئة التي تصل رواتبها مابين 50–100 دينار بنسبة 43% من مجموع العمال؛ أي أن الفئتين يشكلان نسبة 72% من مجموع

[1] رشود الخرّيف، 2000، ص 52.

العمالة، مما يؤكد على أن هذه النسبة مستبعدة تماماً من القوة الشرائية بأسواق الكويت، وهو أحد أسباب الركود التجاري في تلك الأسواق.

8) تؤكد النتائج الخاصة بالتحليل المكاني لخصائص العمال حسب مصادر الاستقدام للعمل على وجود ظاهرة تحويل الكفالة بنسبة 15.3% والتي تشير إلى وجود عدم استقرار للعمالة في مواقع العمل الأصلية، وأن مازالت هناك منشآت صناعية تعتمد على مكاتب استقطاب الأيدي العاملة داخل وخارج الكويت بنسبة 13.2% والذي بدوره يشجع ظاهرة تجارة الاقامات التي تبين مؤخراً وجود سلبيات اجتماعية واقتصادية لها.

9) أما نتائج التحليل المكاني للعمالة حسب المناطق الزمنية تؤكد على اعتماد 88% من العمالة على أربعة مناطق سكنية هى جليب الشيوخ بنسبة 24%، والفروانية 26%، وخيطان الشمالي بنسبة 21%، وخيطان الجنوبي بنسبة 17%. هذا إلى جانب وجود نسبة 12% من العمالة لم تحدد المنطقة السكنية، والذي ربما يرجع إلى وجود بعض التجاوزات في استخدام المنشآت الصناعية كمسكن، وهذا الأمر يحتاج إلى متابعة الجهات المعنية. وأن المحاور المرورية لتنقل العمالة تتركز في طريق الغزالي 60%، و40% لطريق المطار بسبب وقوع المناطق السكنية المذكورة على الطريقين.

10) وتشير النتائج المتعلقة بخصائص المساكن العمالية على وجود تكدس كبير فيها، حيث تصل نسبة التركز في بعضها إلى معدل 5 أفراد لكل غرفة وتسود هذه الحالة لدى نسبة 43% من مجموع العمالة، وخاصة التي تنظم مساكنها من قبل ملاك المنشآت وتوجد في جليب الشيوخ وخيطان الجنوبي، وأن نسبة قليلة تصل الى 21% يصل المعدل فيها إلى 3 أفراد لكل غرفة وتتركز في الفروانية وخيطان الشمالي.

وتوصي الدراسة بالتالي:

1) ضرورة إنشاء جهة حكومية تعنى بحماية الحقوق الاجتماعية للعمالة في المناطق الصناعية، فإذا اعتبرنا أن المناطق الصناعية التي تقدم صناعات خدمية إحدى علامات التحضر للمجتمع الكويتي، فانه يجب على الجهات المعنية بحماية حقوق من يقومون

بالخدمات الحضرية بغرض ضمان مستوى الأداء، واستبعاد استغلال المواطنين في حالة تدني رواتب تلك الفئات الكادحة، والمتضرر بصورة غير مباشرة هو المواطن الذي يحتاج إلى خدمات أساسية وعاجلة في معظم الحالات كإصلاح السيارات.

2) تحتاج الجهات المعنية بشئون تدريب الكوادر الفنية الكويتية إلى وضع منهجية تسمح بتشجيع انخراطها في المنشآت الصناعية والخدمية، وخاصة الاستفادة من مخرجات مركز التدريب المهني والفني الكائن في منطقة الشويخ الصناعية لهذا الغرض.

3) يجب على الجهات المعنية بوضع معايير فنية واضحة يعتمد عليها ملاك المنشآت الصناعية والخدمية في استقطاب العمالة من الخارج، كالحد الأدنى للمستوى الفني، والمستوى التعليمي، بما يحقق الرقي في مستوى التصنيع الخدمي من ناحية ومن ناحية أخرى يحقق الرقي في التعامل مع المواطنين والمقيمين أثناء ارتيادهم المنطقة الصناعية.

4) دراسة الحالات التي يصل نسبتها 12% من العمال والتي لم تحدد المنطقة السكنية لها، والوقوف عند مدى وجود تجاوزات في استخدام المنشآت الصناعية لأغراض السكن مما يهدد المنطقة بالتعرض الى الأحداث كالسرقة، والتهريب، والحرائق وغيرها.

5) التعمق في دراسة الخصائص الأمنية والبيئية لمنطقة الشويخ الصناعية، لتفادي وجود تجاوزات ومخالفات، كالتأجير من الباطن، ووجود طفايات الحريق، والتسرب المهني والتجاري، والتلوث البيئي وغيرها.

المراجـــــع

أولاً: المراجـــــع العربية:

أحمد حسن إبراهيم (1982): مدينة الكويت - دراسة في جغرافية المدن، منشورات مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، عدد 7.

أحمد حسن إبراهيم (1985): سكان الكويت - دراسة جغرافية، منشورات مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، رقم 12.

أمل الصباح (1972): سكان الكويت، رسالة ماجستير مقدمة لكلية الآداب جامعة الكويت.

أمل الصباح (1989): الآثار الديموغرافية والاجتماعية والاقتصادية للهجرة في الأقطار العربية المستقبلة للعمالة (دول مجلس التعاون الخليجي)، في: أعمال ندوة حول الآثار الديموغرافية والاجتماعية والاقتصادية للهجرة الدولية في الوطن العربي، عمان، الجامعة الأردنية.

أمل الصباح ومصطفى الشلقاني (1986): سكان الكويت: الماضي –الحاضر -المستقبل: دراسة سكانية تحليلية مقارنة، وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت.

أمل الصباح ومصطفى الشلقاني (1994): بعض جوانب الاستخدام للعمالة الوافدة إلى الكويت: الوضع الحالي والاتجاهات المستقبلية، مجلة العلوم الاجتماعية، 22،3، ص43-80.

حمدي عزت (1998): ملامح تغير التركيب السكاني في دولة الكويت قبل الغزو العراقي وبعده، في: ندوة الجغرافيا والتخطيط البيئي، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت، ص 185-227.

رشود الخريّف (1993): التعداد السكاني: مفهومه - وطرقه - وتقويمه - واستخداماته، دار الشبل للنشر والتوزيع والطباعة، الرياض.

رشود الخريّف (2000): القوى العاملة في المملكة العربية السعودية، بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، العدد 41.

رشود الخريّف (1420هـ): التركيب العُمري والنوعي لسكان المملكة العربية السعودية، مجلة الدارة، دارة الملك عبد العزيز بالرياض، السنة الخامسة والعشرون، ص 5-107.

فتحي أبوراضي (1991): التوزيعات المكانية - دراسة في طرق الوصف الإحصائي وأساليب التحليل العددي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

فؤاد الجميعي (1989): أسباب عجز قوة العمل الوطنية وأساليب علاجها في أقطار الخليج العربي، المجلة العربية للإدارة، 1،13، ص 87-133.

فؤاد الفارس (**1419 هـ**): العمالة الوافدة إلى دول مجلس التعاون الخليجي : القوة الشرائية للأجر - آثارها وعلاقتها بتوطين العمالة، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، 90، ص 243-268.

فوزية النفيسي (**1973**): تقييم وتقدير بعض المقاييس الديموغرافية لدولة الكويت، رسالة ماجستير مقدمة لمعهد الدراسات الإحصائية بجامعة القاهرة.

كولن بوكانن وشركاه (**1969**): النمو الصناعي، تقرير فني 12، الكويت.

كولن بوكانن وشركاه (**1971**): دراسات للمخطط الهيكلي للمناطق الحضرية والخطة الطبيعية لدولة الكويت، التقرير الثاني، ثلاثة أجزاء، الكويت.

محمد الخزامي عزيز (**1997**): استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة بعض ملامح التركيب الوظيفي والعمالي في منطقة الدوحة الصناعية في قطر، الجمعية الجغرافية المصرية، المجلة العربية، 30،السنة 29، الجزء الثاني، ص 119-166.

محمد الخزامي عزيز (**2001**): تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص الوظيفية لمنطقة الشويخ الصناعية (2) الكويت، مجلة العلوم الاجتماعية، جامعة الكويت، الجلد 29، العدد2، ص 107-149.

محمد صالح الجابر (**1967**): السكان في دولة الكويت، مجلة الاقتصاد الكويتي، الكويت.

محمد عبد الرحمن الشرنوبي (**1971**): التركيب السكاني لدولة الكويت، القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية.

محمد محمود سيف (**1990**): المواقع الصناعية - دراسة تحليلية في الجغرافيا الاقتصادية، كتاب حائز على جائزة الدولة التشجيعية في الجغرافيا عام 1986، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر.

نظام **عبد الكريم** (**1994**): المدن الصناعية في الخليج العربي ودورها في إعادة توزيع السكان والنشاط الاقتصادي، مجلة مركز الوثائق والدراسات الإنسانية، جامعة قطر، 6، ص 87.

هيام الدويلة (**1997**): العمالة الكويتية في القطاع الخاص، شؤون اجتماعية، 56،14، ص 111-139.

وزارة التخطيط (**1980**): تقرير حول التركيب العُمري للمجتمع السكاني الكويتي، الكويت.

ثانياً: المراجـــــع الأجنبية:

Boblett, R.P. (1967): Factors in industrial location, Appraisal Journal, Vol. 35.
El-Farrah, M.A. (1974): Some Aspects of Kuwait Population, in: The Journal of Social Sciences, No.1, 2nd Year.
ESRI, Inc. (2000): Working with the Arc/View Spatial Analyst, Redlands, USA.
Hanan Samet (1989): The Design and Analysis of Spatial Data Structures, Addison Wesley, New York.
Kpedekpo, G.M. (1982): Essentials of Demographic Analysis for Africa, London, Heinemann.
Pollard, A.H. et al. (1974): Demographic Techniques, New York, Pergamon Press.
Shryock, H.S. and J.S. Siegel (1976): The Methods and Materials od Demography, new York, Academic Press.
Seetharan K.S. & Al-Omaim M.H. (1973): Migration and Population Growth in Kuwait 1957-1970, in: Urbanization and Migration in Some Arab & African Countries, Research Monography Series, No.4, Cairo, S.O.P. Press.
Smith, T.L. and P.E. Zopf (1976): Demography: Principles and Methods, Port Washington, NY, Alfred publishing Co., Inc.
Weller, R.H. and L.F. Bouvier (1981): Population: Demography and Policy, New York, St. Martin's Press.
Zackariah K.O. & Al-Ayyat (1973): Trends and Components of Population Growth in Kuwait, in: Demographic Measures and Population Growth in Arab Countries, research Monograph Series No.1, cairo, S.O.Press.

Software Programs:

ESRI, Inc (2000): GIS Arc/View Ver. 3.2 and Extensions, Redlands, California, USA.
SPSS Inc (1993): SPPS Ver. 6 ,Chicago.
Corel Cooperation (1998): Corel Draw Ver. 6 & 8, USA.

الفصل التاسع
تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في النمذجة الكارتوجرافية الآلية لتطور النمو العمراني في الكويت[1]

ملخص[*]:

تهتم الطرق الكارتوجرافية الحديثة بكيفية الاستفادة من أساليب النمذجة الآلية لمحتويات الخرائط وذلك بهدف استقراء وتحليل المتغيرات التي تطرأ على معالم الأقاليم الجغرافية من خلال تحديد العوامل المكانية التي ترتب عليها حدوث التغيير وتحليل مكاني لتركيب العناصر الكارتوجرافية المصاحبة لهذا التغيير.

وتمثل الدراسات التي تهتم بالنمو العمراني أحد المجالات التطبيقية الهامة التي يمكن أن تستفيد من تقنيات النمذجة المعلوماتية الكارتوجرافية، ولذلك أُختير موضوع النمو العمراني في دولة الكويت ليمثل المجال التطبيقي للدراسة.

فبالرغم من أن النمو العمراني في الكويت قد حقق قفزة نوعية منذ اكتشاف النفط مثله في ذلك مثل العمران في دول مجلس التعاون الخليجي، إلا أن الإرهاصات التاريخية للعمران الكويتي قبل منتصف القرن العشرين لها طابع متميز ترتب عليه تحديد هوية واتجاهات النمو العمراني فيما بعد وحتى يومنا هذا . فهناك عوامل عديدة ومتشابكة تتحكم في اتجاه العمران بالكويت منها مناطق حقول النفط المتاخمة للعمران، ومناطق الامتياز للشر كات النفطية العالمية، وغيرها من العوامل الجغرافية التي تلعب دوراً كبيراً في تشكيل نمط النمو العمراني.

---

[1] الدراسة من انتاج: أ.د. محمد الخزامي عزيز، ومنشورة في رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، عام 2001

[*] تم إلقاء الدراسة كورقة باللغة الإنجليزية في المؤتمر الدولي بعنوان " جغرافيات التلاقي الأوروبي – العربي في الماضي والحاضر والمستقبل، في مالطة بالفترة 4-7 أكتوبر 2001م، ويشكر الباحث إدارة جامعة الكويت على ابتعاثه إلى المؤتمر.

وسوف تعتمد الدراسة على التكامل التقني بين الصور الجوية الرقمية والمرئيات الفضائية والخرائط الآلية وربطها بالخرائط القديمة والتاريخية للنمو العمراني بالكويت بهدف نمذجة قاعدة معلومات كارتوجرافية كاملة تغطي النمو العمراني لنحو مائتين وخمسين عاماً منذ نشأة العمران الكويتي وحتى اليوم، واستخلاص خرائط مستحدثة آلياً لتغطية فترات زمنية لم يتوفر فيها وثائق كارتوجرافية للنمو العمراني في الكويت.

مصطلحات (Keywords): الخرائط الآلية، النمذجة الآلية، نظم المعلومات الجغرافية، النمو العمراني، الجغرافيا، الكويت.

مقدمـــــــــة:

تمثل طرق النمذجة الكارتوجرافية الآلية للمعلومات الجغرافية أهمية بالغة للبحث العلمي كأحد التقنيات الحديثة التي تعالج قضايا كارتوجرافية عديدة مثل : وجود نقص في الخرائط، أو عدم توافق في مقاييس الرسم فيما بين الخرائط، أو فقدان عدد من الخرائط إلى مقياس الرسم، أو شبكة إحداثيات جغرافية أو إحداثيات وطنية، وتتبلور أهمية النمذجة الكارتوجرافية عند إمكانية التغلب على هذه المشاكل في استحداث نموذج آلي للتوحيد بين الخرائط، وخاصة في حالة دراسة إقليم جغرافي معين وتحديد المراحل التاريخية التي مر بها، مثل مراحل نمو العمران في المدن.

فإذا تنوعت المصادر الكارتوجرافية للإقليم الجغرافي كالخرائط التاريخية، والخرائط التفصيلية (الكدسترالية Cadaster Maps)، والخرائط السياحية، والخرائط الطبوغرافية، والخرائط التخطيطية، ومخططات الخطط العمرانية، والصور الجوية التاريخية، والمرئيات الفضائية، فإن من الواجب دراستها وتحديد العوامل الكارتوجرافية المشتركة Common Cartographic Elements فيما بينها، والوقوف على الاختلافات في أساسياتها كمقاييس الرسم، و نظم الإحداثيات، ونوع الإسقاط الجغرافي، وغيرها، ومن ثم التفكير في نموذج كارتوجرافي يجمع فيما بينها.

وتعتبر تقنية نظم تحديد المواقع الجغرافية Global Positioning Systems (GPS) ونظم القياسات الأرضية [1] Geomatics من الوسائل المتقدمة التي تسهم في إنجاح النمذجة الكارتوجرافية للخرائط، والمخططات، والصور الجوية، والمرئيات الفضائية للخروج بتغطية كارتوجرافية شاملة عبر الفترات الزمنية المختلفة التي تغطيها تلك الوثائق، والتي تعتمد على نظم التحليل المكاني الزمني spatio-temporal analysis.

وتُعرِف توملين (Tomlin, 1990,p.4) النموذج الكارتوجرافي Cartographic Model بأنه عبارة عن مجموعة من الخرائط على هيئة طبقات map layers تشترك فيما بينها في إطار كارتوجرافي واحد يعتمد على المرجعية المكانية المعروفة بالإحداثيات، وتضيف أيضاً أن النموذج الكارتوجرافي يمكن أن يحتوي على بيانات Attribute data تحدد المساحة، والموقع الجغرافي، والفترة التاريخية، وبيانات أخرى تتعلق بالخصائص التصنيفية لإقليم الدراسة التي تغطيها.

وتأتي توملين (Tomlin, 1991, p.361) بمفهوم واضح لعملية النمذجة الكارتوجرافية Cartographic Modeling ، حيث تراها عبارة عن منهجية تطبيقية تختص بمعالجة المعلومات الجغرافية لاستخلاص الوثائق الكارتوجرافية التي قد تختلف فيما بينها في هدف إنشائها، والفترة الزمنية لإنتاجها، ولكنها تشترك فيما بينها في تغطية إقليم جغرافي واحد وتخدم أكثر من موضوع تطبيقي فرعي.

وبالرغم من أن موضوع النمذجة الكارتوجر افية الآلية الذي يعتمد على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، ونظم تحديد المواقع، ونظم قياسات الأرض حديث نسبياً، إلا أن هناك تطبيقات جغرافية في مجال النمذجة الكارتوجرافية منذ فترة الخمسينيات من القرن العشرين، ولكنها تخصصت في أحد جوانب النمذجة الكارتوجرافية وه ى نمذجة المجسمات التضاريسية terrain models[2].

---

[1] نظم قياسات الأرض أو الجيوماتيك Geomatics هى مجال متطور يضم مجموعة من النظم الخاصة بإجراء العمليات المساحية لسطح الأرض بأنواعها الأرضية والبحرية والجوية والفضائية، ومايعقب ذلك من نمذجة وتحليل وإدارة المعلومات المكانية وتحويلها الى نظم أخرى. (للمزيد عن الجيوماتيك راجع: محمد الخزامي عزيز، 2000، ص ص 160-163).

[2] Weibel R. and M. Heller, 1991, p.269

وتمثل جغرافية المدن أحد المجالات التطبيقية التي يمكن أن تستفيد من تقنية النمذجة الكارتوجرافية، وخاصة في تحديد المراحل الزمنية التي تمر بها نمو المدن وترسيم محاور التوسع العمراني، ومن ثم إبراز العوامل التي تدخلت بصورة مباشرة أو غير مباشرة في عملية نمو المدينة، كما تساهم أيضاً في وضع تصور مستقبلي لنمو المدينة بناءً على معايير مختلفة.

ويعتبر العمران في دولة الكويت من الموضوعات الجغرافية الهامة التي تحتاج إلى دراسة كارتوجرافية تحدد المراحل الزمنية التي مرت بها عملية التوسع العمراني الذي يحتل بعداً تاريخياً بعيداً -إذا ماقورن بمثيله في المدن الخليجية الأخرى- حيث يعود إلى عام 1765م[3]، وتسعى الدراسة الحالية إلى تطبيق تقنية النمذجة الكارتوجرافية الآلية على مراحل النمو العمراني في الكويت على أساس التصنيف المكاني الزمني و الكارتوجرافي للمراحل المختلفة، ومن ثم استحداث أسلوب تقني للاستفسار عن النطاقات العمرانية المتعلقة بفترات زمنية مختلفة.

الدراسات السابقة:

بالرغم من أن النمذجة الكارتوجرافية من الأساليب التطبيقية التي اعتمدت عليها الدراسات الجغرافية غير العربية منذ فترة طويلة، إلا أنها لم تحظ باهتمام الجغرافيين والكارتوجرافيين العرب، وخاصة في مجال دراسة النمو العمراني، حيث جاءت دراسات عربية محدودة تعتمد على تفسير الصور الجوية والمرئيات الفضائية في تحديد ملامح التوسع العمراني مثل دراسة عيسى الشاعر (1993) لمدينة الرياض، ودراسة نبيل امبابي (1995) لبعض مدن في دولة الإمارات العربية المتحدة، حيث تمثل الدراستان نموذجين لتطبيق تقنية الاستشعار عن بعد في مجال دراسة التوسع العمراني بالمدن الخليجية.

وبقيت الدراسات العربية الأخرى المتعلقة بالنمو العمراني بالمدن – وعلى وجه الخصوص مدينة الكويت- بعيدة عن استخدام التقنيات الحديثة بل اقتصرت على تفسير الجوانب التخطيطية والتي ترتب عليها التوسع العمراني مثل عدة تقارير لبلدية الكويت (1977،

[3] Aziz, M., 2001, p.32

1980، 1982)، ودراسة عبد الرسول الموسى (1981)، ودراسة أحمد حسن (1982)،ودراسات وليد المنيس (1985، 1994، 1996أ، 1996ب)، وهى في مجملها لم تعالج الجوانب الكارتوجرافية للتوسع العمراني.

وعندما نستعرض الدراسات الجغرافية غير العربية التي اعتمدت على أسلوب النمذجة الكارتوجرافية نجد أنها اعتمدت على أسس كارتوجرافية من أمثلتها دراسات تايلور (Taylor, 1987 & 1991) حيث تركز الدراسة الأولى على الطرق الحديثة والتقنيات التطبيقية في الكارتوجرافيا ومن أهمها طرق النمذجة الكارتوجرافية للمعلومات الجغرافية، أما الدراسة الثانية فركزت على الحاسب الآلي وتطبيقاته في الكارتوجرافيا الحديثة، والتي ساهمت في التركيز على دور النمذجة الآلية في مجال الخرائط. وأيضاً دراسة روبنسون وآخرون (Robinson, et al, 1995) والتي تأتي في طبعتها السادسة بشكل جديد لمعالجة موضوع أساسيات الكارتوجرافيا، حيث تعتبر من أمهات المراجع في هذا المجال، وقد خُصص فصلاً فيها لتغطية النمذجة الكارتوجرافية وكيفية تطبيقها، وأيضاً تمثل د راسة روبرت (Robert, 1992) مرجعية علمية متميزة في مجال الخرائط الآلية، حيث ركزت على مفاهيم الخرائط الآلية ومكوناتها، وطرق تمثيلها، وبعض البرامج التطبيقية المستخدمة فيها.

وقد تخصصت دراسات غير عربية عديدة في أساسيات النمذجة الكارتوجرافية، حيث عالجتها مجموعة دراسات توملين (Tomlin, 1979, 1983, 1990 & 1991) فبدأت بالتركيز على التركيب الحسابي والجبري للنمذجة الكارتوجرافية وخاصة في تحليل البيانات البيئية وذلك بالمشاركة مع بري (Tomlin & Berry 1979)، ثم بتغطية الأساليب التقنية للنمذجة الكارتوجرافية الآلية في مجال التخطيط البيئي كأطروحة دكتوراه (Tomlin, 1983) ساهمت من خلالها في تطوير معادلات رياضية يمكن استخدامها في مجال التخطيط البيئي لنمذجة المعلومات المكانية والخرائطية، ويعتبر المرجع الأول في مجال النمذجة الكارتوجرافية لتوملين (Tomlin, 1990) من أهم الجهود الحديثة في معالجة النمذجة الكارتوجرافية بالاعتماد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية مع إضافة نموذج تطبيقي واضح لكيفية إجراء النمذجة الكارتوجرافية الآلية لاستخدامات الأراضي، وأخيراً دراسة توملين أيضاً (Tomlin, 1991) حول أساسيات النمذجة الكارتوجرافية، والتقنيات المتبعة فيها في ورقة مبسطة ضمن

المرجع الشهير في مجال نظم المعلومات الجغرافية لماكواير وآخرون (Maquire et al, 1991) الجزء الأول.

وقد ساهمت جهود غير عربية أخرى في مجال أساسيات النمذجة الكارتوجرافية منها دراسة نيرجيس (Nyerges, 1980) كأطروحة دكتوراه ركزت على وضع تص ور حول كيفية نمذجة المعلومات الكارتوجرافية لخدمة نظم الاستفسار الآلي، ودراسة بوجيه (Peuquet, 1984) الذي ركز فيها على وضع إطار عمل لنمذجة المعلومات المكانية، والذي اعتمد فيها على التصنيف المكاني لأنواع البيانات الجغرافية، ودراسة بورجيدا (Borgida, 1986) حول أسس تصميم النموذج الكارتوجرافي لنظم المعلومات، حيث ركزت على التصميم الهرمي لعناصر النمذجة الكارتوجرافية، ودراسة لانجران (Langran, 1992) التي أدخل فيها البعد الزمني Time factor في النمذجة الكارتوجرافية، حيث تمثل أهمية تطبيقية بالغة للدراسات التي تأخذ من البعد الزمني معياراً لتحديد محاور التطور والتغير المكاني.

وقد تخصصت بعض الدراسات الجغرافية غير العربية في تطبيق أساليب النمذجة الكارتوجرافية في عدة مجالات جغرافية من أهمها مجال الجغرافية الطبيعية وبخاصة نمذجة البعد الثالث للتضاريس على سبيل المثال دراسة براسل (Brassel, 1974) حيث تعتبر من أُولى الدراسات الجغرافية المتعلقة بطرق تمثيل البعد الثالث للتضاريس، وقد ركز براسل على وضع نموذج آلي لطريقة تظليل البعد الثالث للمرتفعات التضاريسية Hill-shading method، ودراسة دي فلورياني وآخرون (De Floriani et al (1986) حول نمذجة الظاهرات التضاريسية على أساس الأبعاد الثلاثة، ودراسة كلي وآخرون (Kelley et al, 1988) حول استحداث طريقة آلية لحساب النحت المائي للمجاري السطحية بالاعتماد على نموذج رياضي للانحدار التضاريسي، ودراسة ديكان (Dikan, 1989) حول تطبيق نموذج آلي للتضاريس بغرض إجراء تحليل مكاني للتمييز بين أشكال سطح الأرض دراسة تطبيقية جيمورفولوجية، ودراسة كانيدا وآخرون (Kaneda et al, 1989 والتي استخدمت النمذجة التضاريسية الآلية في تقييم الوضع البيئي، ودراسة فايبل وهيللر (Weibel and Heller, 1991)

حول تصميم جديد لنموذج آلي للتركيب ا لتضاريسي يعتمد على الحسابات المكانية للتتابع التضاريسي.

وأما الدراسات الجغرافية الأخرى التي اعتمدت على أساليب النمذجة الكارتوجرافية هى المجال البيئي بصورة محدودة مثل دراسة جود تشاليد (Goodchild, 1993) حيث تمثل مرجع علمي في مجال الدراسات البيئية التي تعتمد على النمذجة المعلوماتية في تقنية نظم المعلومات الجغرافية.

وتعتبر جغرافية المدن من الدراسات الحديثة التي اعتمدت على أساليب النمذجة الكارتوجرافية مثل مجموعة الدراسات التطبيقية على ستة مدن أمريكية التي نشرت بتحرير من بويسرت (Buisseret, 1998) حيث اعتمدت على أساليب النمذجة الكارتوجرافية للبعد المكاني لاستخدامات الأراضي في تلك المدن، ودراسة لورنكو ومنديس (Lourenco and Mendes, 1998) التي تمثل أهمية كبيرة للدراسة التطبيقية الحالية حيث طبقت أساليب النمذجة الكارتوجرافية لتطور العمران في أربعة مدن برتغالية معتمدة على النمذجة الرياضية والنمذجة الكارتوجرافية للبيانات، والتي من أهم نتائجها أنه ليس هناك علاقة بين نمط النمو العمراني في المدن الأربع، حيث خضعت عملية التطور العمراني لكل مدينة على العوامل الجغرافية والسكانية المرتبطة بها، وأخيراً دراسة ثروير (Thrower, 1999) التي ركزت على كيفية تمثيل ملامح التحضر كارتوجرافيا على الخرائط.

وبالنسبة للنمو العمراني في دولة الكويت قد اهتمت دراستان غير عربية بهذا الموضوع وكانتا تعتمدان على التقنيات الحديثة، وهما دراسة كوارتنج وشافيز (Kwarteng and Chavez, 1998) التي أُعتمد فيها على تقنية تحليل المرئيات الفضائية في الاستدلال على التغيرات المكانية لمدينة الكويت ومحيطها العمراني، حيث شكلت المرئيات الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي لاندسات (5) المصدر الأساسي للمعلومات، وهى دراسة تطبيقية جيدة إلا أنها محدودة الفائدة بسبب اعتمادها على بيانات عامين فقط وهما 1986و 1993، أما الدراسة الثانية من عزيز (Aziz, 2001) فقد أخذت اتجاه كارتوجرافي تحليلي للتركيب الوظيفي الداخلي لمدينة الكويت بالاعتماد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية.

وتأتي الدراسة الحالية لتأخذ نهجاً تطبيقياً للنمذجة الكارتوجرافية لمراحل النمو العمراني في الكويت بالاعتماد على جميع الوثائق الخرائطية، والمخططات، والصور الجوية، والمرئيات الفضائية والتي تغطي فترة وجود العمران في الكويت منذ نشأة مدينة الكويت في عام 1765م وحتى الآن، ومن ثم استحداث خرائط آلية لفترات زمنية لم يتوفر فيها وثائق كارتوجرافية، وذلك بالاعتماد على نظم التحليل المكاني – الزمني Spatio-temporal Analysis Systems.

موضوع الدراسة ومبررات اختياره:

يتركز موضوع الدراسة على نمذجة الوثائق الكارتوجرافية للنطاق العمراني بدولة الكويت، والذي يمتد على الساحل من خليج الكويت والى قرب الحدود الجنوبية بين دولة الكويت والمملكة العربية السعودية، وذلك منذ نشأة النواة العمرانية لمدينة الكويت في عام 1765م على يد قبائل بني خالد إلى الوقت الحاضر.

وقد تم اختيار النطاق العمراني في الكويت لكي يكون موضوع النمذجة الكارتوجرافية للمبررات التالية:

1) الحاجة إلى طريقة للتوثيق الكارتوجرافي الآلي للبُعد التاريخي الطويل للعمران في الكويت، وخاصة في مدينة الكويت ومحيطها العمراني، والذي يتمد إلى نحو 250 سنة.
2) عدم وجود دراسات للوثائق الكارتوجرافية التاريخية التي تغطي مراحل التطور العمراني في الفترات المتعاقبة.
3) افتقار بعض الوثائق الكارتوجرافية التاريخية للعمران في الكويت إلى أساسيات الكارتوجرافيا مثل مقاييس الرسم، وخاصة الصور الجوية التاريخية والتي بدورها تقلل من مستوى تفسير الصور ومقارنتها التاريخية معاً.
4) الاستفادة من أساليب النمذجة المعلوماتية الحديثة في الدراسات الجغرا فية العربية، وخاصة في استحداث طريقة آلية لدمج الخرائط والصور الجوية التاريخية مع الوثائق

الكارتوجرافية الحديثة لتحديد الفترات والمراحل المختلفة التي تمر بها عملية النمو العمراني بالكويت.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى تطبيق نظم نمذجة المعلومات الكارتوجرافية المتعلقة بتطور العمران في دولة الكويت، وبخاصة مدينة الكويت ومحيطها العمراني، بغرض تحقيق الأهداف التالية:

1) دراسة تصنيفية للوثائق الكارتوجرافية التي تغطي مراحل التطور العمراني في الكويت، وتحديد الفترات الزمنية الرئيسية والفعلية التي ساهمت في تغيير مكاني واضح في الامتداد الأفقي للعمران.
2) استحداث طريقة كارتوجرافية للتوافق بين الخرائط القديمة والحديثة
3) تحليل البُعد التاريخي للتطور العمراني في الكويت.
4) استخلاص الخصائص الكارتوجرافية للنمو العمراني وتحديد نمط النمو العمراني.
5) تطبيق النموذج الكارتوجرافي Cartographic Model على جميع الوثائق الكارتوجرافية كالخرائط التاريخية والصور الجوية والمرئيات الفضائية، واستحداث قاعدة معلومات كارتوجرافية مرتبطة بقاعدة بيانات وصفية لكل ظاهرة كارتوجرافية.
6) تطبيق النموذج المكاني الزمني Spatio-temporal Model على معطيات النموذج الكارتوجرافي بهدف الحصول على نموذج استفسار آلي Automated Query System للبُعد الزمني لتطور العمران في الكويت.

المنهج البحثي للدراسة:

تعتمد الدراسة على منهجين أساسيين لتحقيق الأهداف المذكورة، وهما:

أ) **المنهج الوصفي**[4]: لدراسة تصنيفية وصفية لجميع الوثائق الكارتوجرافية التي تغطي الامتداد الأفقي للعمران في الكويت، وتحديد الفترات الزمنية التي تتبعها، والنواقص الكارتوجرافية فيما بينها.

ب) **المنهج التطبيقي التقني** للنمذجة المعلوماتية Information Modeling في اتجاهين:

- النمذجة الكارتوجرافية Cartographic Modeling لجميع الوثائق الكارتوجرافية
- النمذجة المكانية – الزمنية Spatio-temporal Modeling للمتغيرات المكانية حسب البُعد الزمني.

الأسلوب التطبيقي للدراسة:

لتنفيذ المنهج التطبيقي للدراسة يجب اتباع أسلوب تطبيقي واضح يحدد المحاور التنفيذية للدراسة، والتي يمكن بلورتها على النحو التالي:

1 - جمع الوثائق الكارتوجرافية التي تغطي العمران الكويتي منذ نشأة النواة الأولى لمدينة الكويت في عام 1765م إلى الوقت الحاضر، وتصنيفها حسب النوع والفترة الزمنية لكل وثيقة كارتوجرافية، ومن ثم اختيار نماذج منها لتغطية هدف الدراسة.

2 - تحويل الوثائق الكارتوجرافية التي يقع عليها الاختيار من ورقية إلى رقمية، على أساس توحيد نظام إحداثي واحد لجميع الوثائق دون النظر إلى مدى توفر مقاييس رسم في معظمها.

3 - تصميم نموذج كارتوجرافي Cartographic Model يضم طبقات خرائطية Map layers[5] لجميع المساحات العمرانية المقتبسة من الوثائق الكارتوجرافية المختلفة.

---

[4] يرى الباحث بأنه لاغنى للدراسات الجغرافية التي تعتمد على التقنيات الحديثة عن المنهج الوصفي الذي يشكل القاعدة الفكرية لتعامل الباحث مع المعطيات العلمية التي تعتمد عليها دراسته من حيث تصنيف، ومراجعة وتقييم تلك المعلومات بمايخدم البُعد التقني للدراسة.

[5] Map Layer أو طبقة معلوماتية خرائطية يُعرّف بأنه حزمة من المعلومات التي تحتوي على متغير أو ظاهرة مكانية واحدة في منطقة الدراسة، مثل طبقة تحتوي على شبكة الطرق، وطبقة أخرى تحتوي على حدود الأحياء في مدينة معينة ... وهكذا، وتستخدم مصطلحات أخرى تعني نفس المفهوم منها: theme, overlay, coverage, feature (للمزيد راجع: Tomlin, 1990, pp.6-7).

4 – تصميم نموذج مكاني – زمني Spatio-temporal Model يحدد المتغيرات المساحية المكانية للامتداد العمراني حسب الفترات الزمنية المناظرة لها.

5 – تصميم نموذج الاستفسار الآلي Automated Query System بغرض إمكانية إجراء استفسار آلي عن وضع النمو العمراني في أية فترة زمنية معينة، من خلال وظيفة التحليل المتطابق Overlaying Analysis.

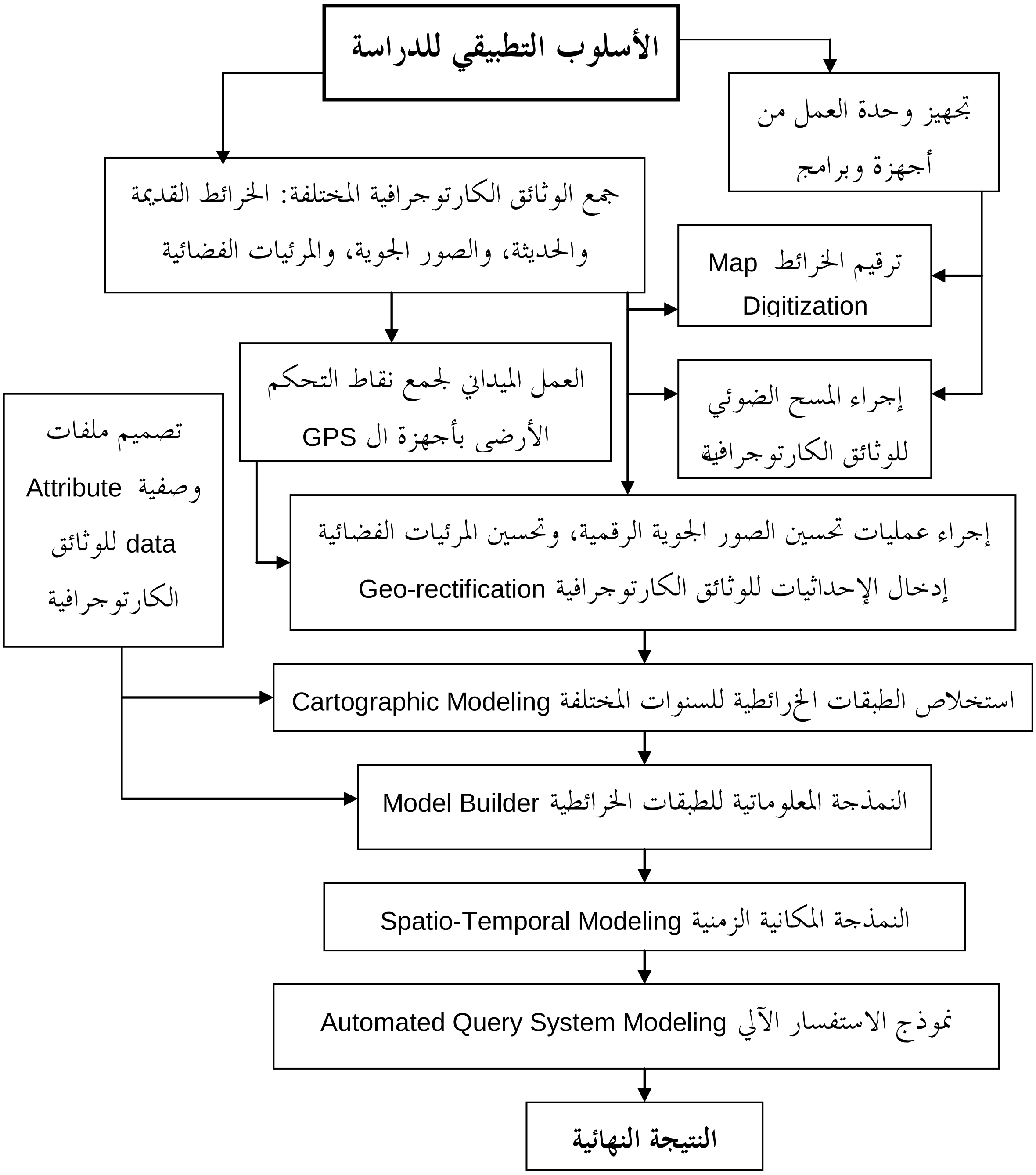
وتعتمد الدراسة على مجموعة من البرامج التطبيقية في مجال التقنيات الآلية، حيث يخصص لكل منها دور واضح وتسهم في مجموعها في التكامل التقني التطبيقي للدراسة، ويمكن توضيح تلك البرامج ومهامها على النحو التالي:

أ) برنامج فوتو شوب PhotoShop: وذلك لإجراء عمليات المسح الضوئي بواسطة الماسح الضوئي Scanner لجميع الوثائق الكارتوجرافية التي تسهم في تغطية مراحل النمو العمراني المختلفة.

ب) برنامج آركفيو Arc/View: وذلك لإجراء عمليات ترقيم الخرائط Map Digitization وكذلك عمليات النمذجة الكارتوجرافية للطبقات الخرائطية Map layers المختلفة، وإجراء التحليل المكاني على الوثائق الكارتوجرافية المختلفة.

ج) برنامج تحليل المرئيات الفضائية Image Analyst: الذي يعمل تحت بيئة برنامج "آركفيو"، وذلك لإجراء عمليات التصحيح الهندسي لجميع الوثائق الكارتوجرافية التي تم إدخالها بواسطة الماسح الضوئي، وكذلك إجراء عمليات التحسين Image Enhancement للصور الجوية والمرئيات الفضائية الرقمية لتحقيق إمكانية التمييز المكاني بين المساحات العمرانية وغير العمرانية.

د) برنامج كوريل درو Corel Draw: لإجراء عمليات الإخراج الفني النهائي للخرائط وإدخال الكتابات العربية، وعمليات فصل الألوان بغرض الطباعة بطريقة الأُوفست Off-set printing press.



شكل (1): المسار التخطيطي للأسلوب التطبيقي للدراسة

(تصميم الباحث)

المناقشـــة والتحليــــــل

أولاً: التصنيف النوعي للوثائق الكارتوجرافية:

يمكن تصنيف الوثائق الكارتوجرافية التي تغطي النمو العمراني في دولة الكويت من المنظور التاريخي إلى المجموعات التالية:

أ) مجموعة الخرائط

ب) مجموعة الصور الجوية

ج) مجموعة المخططات أو الخطط العمرانية

د) مجموعة المرئيات الفضائية

وبالطبع يحتاج الأمر هنا إلى إجراء دراسة وصفية نقدية لتوضيح النواقص في العناصر الكارتوجرافية Cartographic Elements لتلك الوثائق، وأيضاً دورها في المساهمة في تحديد مراحل النمو العمراني من منظور كارتوجرافي، وتحديد الفترات الزمنية التي لاتتوفر فيها وثائق كارتوجرافية، وكيفية التغلب عليها من خلال النمذجة الكارتوجرافية الآلية.

أ) **مجموعة الخرائط:**

يعرض جدول رقم (1) جميع أنواع الخرائط التي تعتمد عليها الدراسة، والتي يمكن تصنيفها على أساس مقياس الرسم إلى المجموعات التالية:

- **خرائط بدون مقياس الرسم**: هى تلك الخرائط التي رسمت للفترات التاريخية للنمو العمراني الكويتي قبل القرن العشرين، وكذلك بعضها في النصف الأول من القرن العشرين، ومن أهمها: خرائط بلدية الكويت التي نشرت في عام 1980 بمناسبة مرور خمسين عاماً على إنشاء البلدية لتغطيِ النمو العمراني في الكويت في ثلاثة خرائط للفترات المتعاقبة 1765-1810، و1811-1917، و 1918-1950. وهى تميل إلى الرسومات التخطيطية أكثر منها إلى الخرائط (أشكال 2،3،4)، كما تفتقد الخرائط إلى نظم

الإحداثيات، والتوجيه، ويمكن اعتبارها وثائق كارتوجرافية توضيحية لش كل العمران في الفترات الزمنية المذكورة، وبالرغم من افتقارها للأساسيات الكارتوجرافية إلا أنها تشكل أهمية كبير بالنسبة للدراسة الحالية، بسبب كونها الوثائق الكارتوجرافية الوحيدة التي تسهم في توضيح نمط النمو العمراني في فترة ماقبل منتصف القرن العشرين.

- **خرائط ذات مقياس رسم متوسط (الخرائط الطبوغرافية**): استخدم في الدراسة مقياس 50.000:1، ومقياس 100.000:1، ويعتبران من الخرائط الأساسية Base maps للدراسة حيث تركز دورها في التغلب مشكلة التصحيح الهندسي وإدخال إحداثيات على الصور الجوية والوثائق الكارتوجرافية الأخرى التي تفتقد إلى نظم إحداثيات، وكذلك للاستفادة منها في التعرف على النطاق العمراني وقت إنتاج الخريطتين الطبوغرافيتين، فالخريطة الأولى من إنتاج مديرية المساحة في هيئة الاستخبارات والأمن بوزارة الدفاع عام 1995، حيث تم تجميع أربعة لوحات تغطي معظم النطاق العمراني وهى: لوحة مدينة الكويت، والسالمية، والأحمدي، والجهراء، وتسهم الخريطة الطبوغرافية في تصحيح الحدود التي تفصل بين العمران وغير العمران أثناء تفسير الصور الجوية والمرئيات الفضائية، حيث يتم التغلب على مشكلة التمييز بين الظواهر الجغرافية المختلفة التي قد تتقارب في و ضوحها مع المساحات العمرانية مثل المزارع المنظمة والتي تأخذ نمط العمران من خلال السور الذي يحيط بها على شكل قطة أرض منتظمة الشكل، وكذلك بعض الظواهر التي تبدو متقاربة من حيث درجة اللون مع العمران . أما الخريطة الثانية بمقياس 100.000:1 من إنتاج قسم المساحة الج وية بإدارة المساحة في بلدية الكويت عام 1999، وهى أحدث خريطة طبوغرافية للنطاق العمران تأخذ سمة الخرائط الطبوغرافية بالرغم من تسميتها بالخريطة السياحية، وقد تم الاعتماد عليها بشكل أساسي في الدراسة كأساس طبوغرافي للعمران وذلك بسبب حداثتها واعتمادها على التصو ير الجوي الذي أجرى في عام 1999

لهذا الغرض، وعليه تم تحويلها إلى رقمية من خلال عملية الترقيم Map digitization.

- **خرائط ذات مقياس رسم كبير (الخرائط التفصيلية)**: هى تلك الخرائط التي توضح قسائم الأراضي المستخدمة للعمران في الكويت، وهذا النوع من الخرائط لم تعتمد عليه الدراسة بسبب عدم توفرها للباحث.
- **خرائط ذات مقياس رسم صغير (خرائط تاريخية وموضوعية وتخطيطية)**: هى خرائط رسمت في فترات تاريخية مختلفة لتوضح النمو العمراني، مثل خرائط تطور العمران، وخرائط استخدامات الأراضي، وخرائط التقسيم الإداري للمناطق العمرانية (السكرية) في الفترات المختلفة. وتلعب هذه الخرائط دوراً محدوداً في الدراسة الحالية بسبب تفاوت أسلوب رسمها، فمنها الخرائط التي تفتقد إلى أساسيات الخريطة، ومنها الخرائط المبسطة في رسمها وخاصة تلك التي رسمت في بعض دراسات جغرافية لاهتم بالمستوى الكارتوجرافي للخريطة، وعليه يقتصر دورها في مرجعية الفترات الزمنية التي مر بها النمو العمراني في الكويت.

جدول (1): الوثائق الخرائطية التي تعتمد عليها الدراسة

مسلسل	عنوان الخريطة	المصدر	عام الإنتاج	ملاحظات
1-	خريطة العمران مابين 1765-1810	بلدية الكويت	1980	
2-	خريطة العمران مابين 1811-1917	بلدية الكويت	1980	
3-	خريطة العمران مابين 1918-1950	بلدية الكويت	1980	
4-	خريطة إمارة الكويت 1931	Aziz,2001	2001	عن: ديكسون
5-	الأحياء القديمة المكونة للكويت	الموسى	1981	عن: بلدية الكويت
6-	خريطة العمران داخل السور الأول	بلدية الكويت	1980	مكبرة
7-	تطور العمران في الكويت القديمة	طيبة المرزوق	1977	
8-	استعمالات الأراضي حتى 1965	طيبة المرزوق	1977	عن: مخطط البلدية
9-	استعمالات الأراضي حتى 1970	طيبة المرزوق	1977	عن:مخطط البلدية
10-	تطور العمران حتى الستينات	طيبة المرزوق	1977	

11-	تطور العمران حتى 1950			
12-	أسوار مدينة الكويت القديمة			
13-	مناطق العمران في الكويت 2001		2001	
14-	الخريطة الطبوغرافية 50.000:1	إدارة المساحة	1995	وزارة الدفاع
15-	الخريطة الطبوغرافية 100.000:1	إدارة المساحة	1999	بلدية الكويت

ب) مجموعة المخططات:

اعتمدت عملية النمو العمراني في دولة الكويت منذ عام 1952 على مجموعة كبيرة من المخططات (جدول رقم 2)، والتي وضعها خبراء أجانب بهدف تنظيم النمو العمراني وتحقيق النهضة العمرانية التي جاءت كنتيجة مباشرة لعوائد النفط منذ بدء تصديره، ويمكن تقسيم المخططات العمرانية إلى المجموعات التالية:

- **مخططات ركزت على إعادة تنظيم العمران في وسط المدينة (الكويت القديمة):**

وأهمها خطة مينوبرو- سبنسلي-ماكفارلين في عام 1951، والتي اهتمت بإعادة توزيع استخدامات الأراضي داخل مدينة الكويت القديمة (داخل السور)، والمخطط الهيكلي لوسط المدينة بواسطة بلدية الكويت في عام 1977، حيث ركز على إعادة تنظيم الاستخدامات السكنية والتجارية في المدينة.

- **مخططات هيكلية للتنمية العمرانية في دولة الكويت** : وهى مخططات لتنمية العمران خارج نطاق المدينة القديمة والمعروف بالعمران الموجه الذي يعتمد على نظام الضواحي السكنية، ومن أهمها مخططات كولن بيكانن عام 1952، 1965، 1970، 1977.
- **مخططات هيكلية للخطة الطبيعية القومية في دولة الكويت** : وهى التي تغطي استخدامات الأراضي على مستوى الدولة بما فيها العمران ومعوقاته المختلفة، ومن أهمها مخطط البلدية عام 1970.
- **مخططات لمستقبل العمران في الكويت**: هى مخططات تم تصميمها لمعالجة البُعد المستقبلي للعمران ومن أهمها مخطط إعادة تطوير مخطط بوكانن وخصص للفترة من 1983 إلى 2005، والثاني المخطط الهيكلي الجديد للفترة من

1991 إلى 2015 وقد شارك فيه كلٌ من سالم المرزوقي، واتكنز، وشاكلاند كوكس، ويهدف إلى إعادة تطوير الدمار الذي خلفه الغزو العراقي، ومن ثم تطوير العمران المستقبلي لتغطية الزيادة السكانية حتى عام 2015.

جدول (2): المخططات العمرانية في الكويت

مسلسل	عنوان المخطط العمراني	المصدر	الإنتاج	ملاحظات
1-	مخطط تنظيم مدينة الكويت 1951	سبنسلي-ماكفارلين	1951	
2-	مخطط مدينة الكويت القديمة 1951	سبنسلي-ماكفارلين	1951	
3-	مخطط الكويت الهيكلي 1952	مونوبوريو وسبنسلي وماكفالين	1952	
4-	مخطط الكويت للتنمية 1967	بلدية الكويت	1980	
5-	المخطط الهيكلي للعمران 1970	بوكانن	1980	
6-	المخطط الهيكلي لمركز المدينة 1977	شانكلاند كوكس	1980	عن: بلدية الكويت
7-	المخطط الهيكلي للكويت 1977	بلدية الكويت	1980	
8-	الخطة العامة للتنمية 1977	بلدية الكويت	1980	
9-	تطوير المخطط الهيكلي الثاني 1983	بوكانن	1983	للفترة 1983-2005
10-	المخطط الهيكلي الجديد	اتكنز والمرزوق	1991	للفترة 1991-2015
11-	الخريطة التجميعية للمخططات	Al-Mnais	1996	

ج) الصور الجوية:

تلعب الصور الجوية دوراً بارزاً في تحديد مراحل النمو العمراني في دولة الكويت، وخاصة وأنها تغطي فترات زمنية هامة لم يتوفر فيها وثائق كارتوجرافية أخرى مثل الخرائط، والجدول رقم (3) يعرض الصور الجوية التي تتوفر في بلدية الكويت، ويمكن الاستفادة منها في ترسيم النطاق العمراني في السنوات المختلفة وتحديد النمط الكارتوجرافي للنمو العمراني.

جدول (3): الصور الجوية التي تعتمد عليها الدراسة

مسلسل	الصور الجوية	المصدر	الإنتاج	ملاحظات
1-	صورة جوية لمدينة الك ويت 1931	أحمد حسن	1982	عن: بلدية الكويت
2-	صور جوية لمدينة الكويت 1934	بلدية الكويت	بدون تاريخ	إدارة الإحصاء والبحوث
3-	صورة جوية لمدينة الكويت 1950	طيبة المرزوق	1977	عن بلدية الكويت
4-	صورة جوية لمدينة الكويت 1952	أحمد حسن	1982	عن: بلدية الكويت
5-	صورة جوية لمدينة الكويت 1962	أحمد حسن	1982	عن: بلدية الكويت
6-	صورة جوية لمدينة الكويت 1972	أحمد حسن	1982	عن: بلدية الكويت

د) المرئيات الفضائية:

تلعب المرئيات الفضائية دوراً هاماً في مجال ترسيم خرائط نمو المدن، وخاصة وأنها تتوفر بصورة دورية وتعتبر بديلاً للصور الجوية التي تحتاج إلى جهد كبير في عمل صور مجمعة Mosaic للإقليم العمراني بهدف معرفة أبعاده ومحاوره، ولذلك تعتمد الدراسة الحالية في السنوات العشر الأخيرة على المرئيات الفضائية باعتبارها أفضل الوثائق الكارتوجرافية التي تخدم دراسات النمو العمراني ورسم خرائط لها. والجدول رقم (4) يعرض المرئيات الفضائية التي تعتمد عليها الدراسة والتي تغطي الفترة من عام 1986 إلى عام 2000.

جدول (4): المرئيات الفضائية التي تعتمد عليها الدراسة

مسلسل	المرئية الفضائية	المصدر	الإنتاج	ملاحظات
1-	مرئية فضائية للعمران 1986	Kwarteng	1997	100.000:1
2-	مرئية فضائية للعمران 1993	Kwarteng	1997	100.000:1
3-	مرئية فضائية للعمران 2000	Kwarteng	2001	100.000:1

وجميع المرئيات الفضائية (جدول 4) تعود إلى القمر الصناعي الأمريكي لاندسات، فالمرئيتان لعامي 1986 و 1993 من لاندسات 5، بينما المرئية من عام 2000 من لاندسات 7، المرئيات الثلاثة من الراسم الثيماتيكي Thematic Mapper (TM) ، وحيث إن المرئيات مطبوعة على ورق[1] لذلك تم إدخالها إلى الحاسب الآلي بواسطة الماسح الضوئي Scanner ومن ثم تحديد نقاط الإحداثيات الأرضية بواسطة المطابقة المباشرة على الخريطة الطبوغرافية الرقمية التي تم تجهيزها لهذا الغرض.

ثانياً: نمذجة البُعد التاريخي للوثائق الكارتوجرافية:

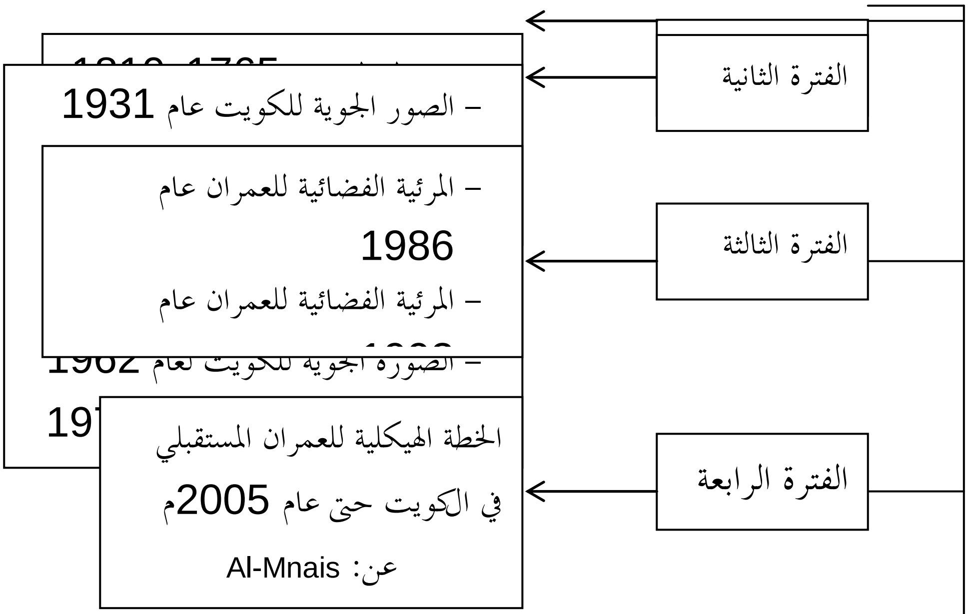
بعد إجراء الدراسة التصنيفية للوثائق الكارتوجرافية المختلفة التي ترتبط بموضوع الدراسة، تم تقسيم تلك الوثائق إلى مجموعات مختلفة متتالية على أساس البُعد التاريخي (شكل 16) وذلك على النحو التالي:

1) **الفترة الأولى** (1765-1950):منذ نشأة العمران بالكويت إلى النصف الأول من القرن العشرين، وتغطي هذه الفترة الخرائط القديمة التي تحدد شكل العمران ونمط امتداده في الكويت وهى : خريطة العمران في الفترة من 1765-1810(شكل 2)، وخريطة العمران في الفترة من 1811-1917 (شكل 3)، وخريطة العمران في الفترة من 1818-1950(شكل 4).
2) **الفترة الثانية** (1931-1972): وتغطي هذه الفترة سلسلة الصور الجوية (جدول 3)، وهى: الصورة الجوية لعام 1931 (شكل 5)، والصورة الجوية لعام 1934(شكل 6)، والصورة الجوية لعام 1950 (شكل 7)، والصورة الجوية لعام 1952 (شكل 8)، والصورة الجوية المجمعة Mosaic لعام 1962 (شكل 9)، والصورة الجوية المجمعة Mosaic لعام 1972(شكل 10). وبالطبع جميع الصور الجوية غير معلومة مقياس الرسم.

[1] لعدم توفر المرئيات الفضائية في صورة رقمية

3) **الفترة الثالثة** (1986–2000): تغطي هذه الفترة المرئيات الفضائية (جدول 5)، وهى المرئية الفضائية لعام 1986 (شكل 11)، والمرئية الفضائية لعام 1993(شكل 12)، والمرئية الفضائية لعام 2000 (شكل 13).

4) **الفترة الرابعة** (مابعد عام 2000): وتغطي هذه الفترة الخطط العمرانية المستقبلية في الكويت وخاصة التي تحدد العمران حتى عام 2005 (شكل 14)، والتي نشرت في دراسة المنيس (1996) Al-Mnais، باعتبارها تجمع بين الخطط العمرانية المختلفة وكذلك تغطي البُعد المستقبلي، لذلك تم الاكتفاء بها دون غيرها من المخططات العمرانية جدول (2).



شكل (15): هيكلية النمذجة التاريخية للوثائق الكارتوجرافية

ثالثاً: تصميم النموذج الكارتوجرافي:

بناءًا على نمذجة البُعد التاريخي للوثائق الكارتوجرافية (فقرة ثانياً) فانه يجب نمذجة الوثائق الكارتوجرافية طبقاً لمفهوم النموذج الكارتوجرافي[10] ووضعها في إطار منسق من الطبقات الخرائطية Map layers تشترك معاً في نظم الإحداثيات الجغرافية لتحقيق التحليل الملك اني فيما بينها. وتمر عملية تصميم النموذج الكارتوجرافي (شكل 50) بالمراحل التطبيقية التالية:

1 – مرحلة اختيار وترقيم الوثائق الكارتوجرافية:

هى الوثائق التي ستدخل في النموذج الكارتوجرافي، والتي تم تحديدها على أساس البُعد التاريخي في الفقرة السابقة وموضحة في شكل (15)، حيث تم إدخالها إلى الحاسب الآلي بواسطة الماسح الضوئي Scanner وبالاعتماد على برنامج "فوتو شوب"، ومن ثم استقرائها في نظم المعلومات الجغرافية المتمثلة في برنامج "آركفيو".

2–اختيار الخريطة الأساسية:

هى الخريطة التي تلعب دور المرجعية الجغرافية لجميع ال وثائق الكارتوجرافية، ومن ثم تحويلها إلى رقمية بالاعتماد على برنامج "آركفيو"، ولهذا الغرض تم اختيار الخريطة الطبوغرافية بمقياس 100.000:1 من إنتاج قسم المساحة الجوية بإدارة المساحة في بلدية الكويت (شكل 16)، بسبب توفر نظام الإحداثيات الجغرافية عليها، والذي تم اختباره من خلال أخذ عدد عشرين نقطة في مواقع متفرقة وخاصة عند تقاطع الطرق الرئيسية مع الفرعية لتمثل نقاط التحكم الأرضية Ground Control Points بالاعتماد على جهاز تحديد المواقع GPS، حيث تبين أن نسبة الخطأ بين إحداثيات نفس النقاط على الخريطة ومثيلتها في الطبيعة لاتزيد عن 0.134 متر، وهذه نسبة عالية من الدقة، وعليه تم اعتماد إحداثيات الخريطة في عملية الترقيم، وكذلك لاعتبار الخريطة أحدث الوثائق الكارتوجرافية في الكويت بمقياس رسم متوسط، والتي اعتمدت على التصوير الجوي للنطاق العمراني في عام 1999م، كما وأنها تشكل لوحة واحدة ساهمت في مرونة

(10 Tomlin,1990

وسهولة عملية الترقيم Map Digitization باستخدام برنامج "آركفيو "، وعليه أمكن الحصول على خريطة أساسية رقمية (شكل 17).

3-مرحلة التصحيح الهندسي للوثائق الكارتوجرافية Geometric Correction:

هى المرحلة التي يتم فيها تحقيق جانب من أهم جوانب الدراسة وهو المطابقة الإحداثية بين الخرائط القديمة والخرائط الحديثة، وذلك من خلال عملية التصحيح الهندسي بوظيفة التوقيع Alignment في برنامج تحليل المرئيات الفضائية، الذي يعمل كبرنامج فرعي في برنامج "آركفيو"، وتظهر الوثائق الكارتوجرافية المصححة هندسياً في الأشكال (18، 20،22،24،26،28،30،32،34،36،38،40،42).

4-مرحلة ترقيم مساحات العمران في الوثائق الكارتوجرافية:

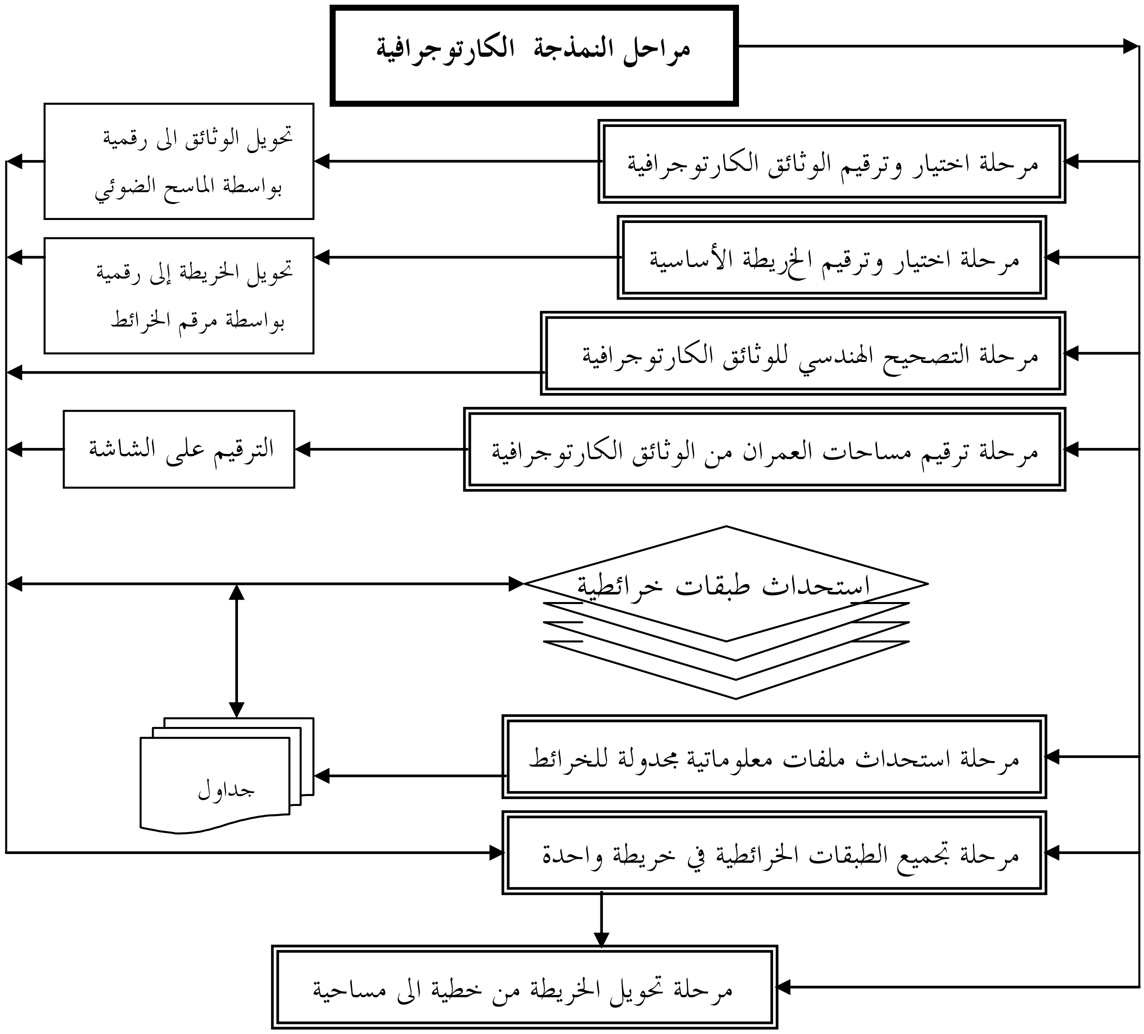
بالاعتماد على طريقة الترقيم على الشاشة Screen digitization في برنامج "آركفيو "، حيث يتم استحداث الطبقات الخرائطية Map layers المعروفة في البرنامج باسم موضوعات "Themes"، وعليه يتكون لدينا ثلاث عشرة طبقة خرائطية أشكال (19، 21، 23، 25، 27، 29، 31، 33، 35، 37، 39، 43،41)، طبقاً للوثائق الكارتوجرافية التي وقع عليها الاختيار (شكل 15).

5-مرحلة استحداث ملفات معلوماتية مجدولة Attribute data table creation لجميع الطبقات الخرائطية وتحتوي الجداول على تصنيف للفترات الزمنية التي تتبعها الطبقة الخرائطية وكذلك الكود المرتبط بها، حيث خصص لكل طبقة خرائطية رقم كودي لجميع المساحات العمرانية التي تحتويها لكي يسهل التمييز بينها وبين مثيلتها في الفترات الزمنية الأخرى. وبالطبع يتم ذلك في برنامج "آركفيو" حيث يتم ربط كل من الطبقة الخرائطية بالملف المعلوماتي الخاص بها.

6-مرحلة تجميع الطبقات الخرائطية بتقنية المطابقة الآلية Overlay Analysis، بهدف الحصول على خريطة مجمعة للوثائق الكارتوجرافية المختلفة مع الوضع في الاعتبار أسلوب التداخل المكاني للظاهرات Intersect Features، وعليه تم الحصول على الخريطة النهائية لمراحل نمو العمران في الكويت (شكل 44)، وشكل (45) تكبير للخريطة في نطاق المدينة القديمة للمساهمة في توضيح تطور نمو العمران فيها.

7) مرحلة تحويل الخريطة النهائية من النمط الخطي Vector إلى النمط المساحي Raster

بواسطة أسلوب التحويل الآلي باستخدام برنامج مصمم النماذج Model Builder المرافق لبرنامج "آركفيو"، شكل (47) نحصل على الخريطة المحولة شكل (48) .



شكل (50): المسار التطبيقي للنمذجة الكارتوجرافية

(تصميم الباحث)

رابعاً: تحليل الخصائص الكارتوجرافية للنمو العمراني:

يقصد هنا بالخصائص الكارتوجرافية للنمو العمراني هو تحديد المحاور الكارتوجرافية Cartographic axis للنمو العمراني ونمطه، والمساحات العمرانية في الفترات الزمنية المختلفة لكل طبقة خرائطية، ومقارنتها معاً ومن ثم توقيعها على رسم بياني لعرض العلاقة البيانية بين المساحات العمرانية والفترات الزمنية من ناحية، وبين المساحات ونمط النمو العمراني من ناحية أخرى. وعليه يمكن تحديد الفترات الزمنية الرئيسية للنمو العمراني كأحد نتائج النمذجة الكارتوجرافية الزمنية للوثائق الكارتوجرافية.

وهناك ثلاثة نماذج كارتوجرافية لتحديد محاور النمو العمراني تعتمد عليها الدراسة الحالية هى:

- نمط النمو العمراني العشوائي
- نمط النمو العمراني الموجه
- نمط النمو العمراني المتجمع، والخطي، والمساحي.

وعليه يمكن بلورة النماذج الكارتوجرافية للنمو العمراني في الكويت بناءًا على الخريطة المجمعة للنمو العمراني عبر الفترات التاريخية المختلفة (شكل 44) على النحو التالي:

1 - **النمط الشريطي**: بالرغم من أن الكويت تقع في إقليم صحراوي جاف يسود فيه نمط العمران العشوائي الذي يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمصادر المياه، حيث يتركز حول آبار المياه، وخاصة في القرون التي سبقت القرن العشرين وتقدم أساليب حفر آبار ارتوازية لاتخضع إلى العشوائية الإجبارية للصحراء، إلا أن العمران الكويتي اتخذ نقطة انطلاق مركزية منذ نشأته حول حصن قبائل بني خالد في منتصف القرن الثامن عشر، مثله في ذلك مثل المدن الغربية التي كانت تتكون نواها حول مركز يتكون من الكنيسة ومكتب الخدمات العامة، ومن ثم أخذ اتجاهاً شريطياً على شكل هلالي بمحازاة الساحل بعرض لايزيد عن بضعة مئات من الأمتار كما تظهره الطبقة الخرائطية للعمران في الفترة 1765-1810م، ومن ثم ازداد

العمران على امتداد الساحل إلى الشرق والغرب بسبب توفر الخلجان الصغيرة المعروفة محلياً باسم "النقع" والتي تمثل مرسى خاص لقوارب الصيد التابعة لكل قبيلة، هذا بالإضافة إلى امتداده إلى الداخل ببضعة مئات الأمتار الأخرى، كما تظهره الطبقة الخرائطية للعمران في الفترة 1811-1917م، وعليه نؤكد أن هناك علاقة مكانية وثيقة بين مورفولوجية الساحل الكويتي الذي يتكون من مجموعة من الخلجان الصغيرة وبين نمو العمران، حيث شكل الأول مركز جذب للثا ني، كما أن الامتداد الشريطي للساحل ساهم في إعطاء الشكل الكارتوجرافي الشريطي للعمران، أي أن هناك تأثير مباشر لشكل الساحل على شكل الامتداد العمراني حتى أوائل القرن العشرين.

2 - **النمط النجمي**: بدأ العمران الكويتي في اتخاذ محاور مختلفة تمتد إلى الداخل تتفق مع طرق القوافل للمدينة، وخاصة بعد انهيار السور الأول في العشرينيات من القرن العشرين، ومن ثم أخذ يمتد في اتجاهات ثلاث أكثرها طولاً هو الاتجاه الجنوبي الغربي على امتداد الطريق التجاري الذي يصل الميناء الرئيسي بمدخل البدو القادمين من قلب الصحراء، حيث اقترب العمران من حدود السور الثالث للمدينة مشكلاً نمطاً نجمياً، وعليه تعتبر المعابر البرية التي تصل الكتلة العمرانية داخل السور وبين ظهيرها الصحراوي بمثابة المحاور الكارتوجرافية للجذب العمراني، حيث ترتب عليها استحداث النمط النجمي للامتداد العمراني في النصف الأول من القرن العشرين، ومن أهم العوامل المكانية التي ساهمت في تكوين النمط النجمي هو قيام ساحة الصفا بدور بؤرة التقاء طرق القوافل الصحراوية القادمة إلى الكويت بغرض التسوق [1]، والانفتاح التجاري لأهل الكويت

[1] عبد الرسول الموسى، 1981، ص24

بعد اكتشاف النفط في نهاية الأربعينيات من القرن العشرين [2]، وبدء الخدمات البلدية منذ إنشاء بلدية الكويت في الثلاثينيات من القرن العشرين، إلى جانب النمو السكاني الذي وصل إلى 120.000 نسمة في عام 1947 [3].

3 - **النمط العشوائي**: يتمثل النمط العشوائي للنمو العمراني في الكويت في انتشار عدد من التجمعات العمرانية المتفرقة بالقرب من آبار المياه العذبة والمزارع الخاصة وذلك منذ الثلاثينيات من القرن العشرين، وامتدت حتى منتصف الخمسينيات، حيث شكلت بؤر عمرانية للضواحي السكنية المعروفة اليوم في الكويت بالمناطق السكنية، وقد ساعدت عوامل عديدة على انتشار النمط العشوائي للنمو العمراني من أهمها، رغبة بعض عائلات الأسرة الحاكمة والعائلات الثرية إلى تحقيق الخصوصية والرفاهية خارج نطاق الكتلة العمرانية، والرغبة لاقتناء مزارع خاصة واستراحات ترفيهية، إلا أن هذا النمط العشوائي سرعان ماتلاشى في سياق التخطيط العمراني للضواحي السكنية منذ المخطط العمراني الأول لعام 1952.

4 - **النمط الموجه**: دخل نمط النمو العمراني في دولة الكويت منذ عام 1952 مرحلة جديدة مع بداية الخطط العمرانية التي بدأتها الدولة، حيث ساد النمو العمراني الموجه الذي يعتمد على تخطيط منظم لنمط الضواحي السكنية المتاخمة للكتلة العمرانية القديمة، حيث تم إزا لة سور المدينة واستبداله بحزام أخضر لتجميل المدينة القديمة التي خضعت بدورها إلى خطة عمرانية لإعادة تنظيم استخدام الأراضي فيها، ووضع شبكة من الطرق الحديثة والسريعة التي تحقق الترابط المكاني والإقليمي بين وسط المدينة والضواحي الجديدة، وعليه ساد النمط الموجه للنمو العمراني في

---

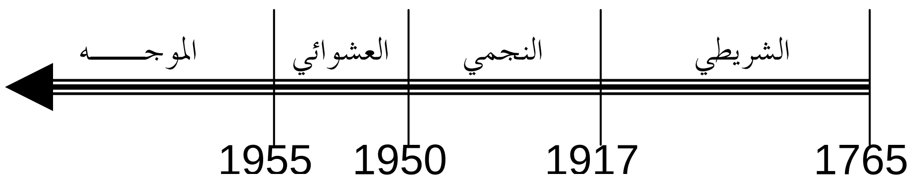
[2] أحمد حسن، 1982

[3] وليد المنيس، 1985، ص 165

الكويت حتى اليوم، بل ويخضع أيضاً العمران المستقبلي إلى دراسات متأنية بهدف تحقيق استمرارية النمط الموجه باعتباره يتميز عن غيره بالتالي:

- يحقق التوازن المكاني في توزيع الخدمات الحضرية مثل خدمات البنية التحتية والتي يتم تشييدها أو التخطيط لها مسبقاً قبل البدء في بناء المساكن.
- تأمين حياة الرفاهية للمواطنين والتي تعتمد على الخطط الإسكانية المدعومة من الدولة بهدف تحقيق الاستقرار للمواطنين.
- تحقيق المرونة في وضع خطط مستقبلية لتغطية الزيادة السكانية.

وعليه يمكن استخلاص التتابع التاريخي لأنماط النمو العمراني في الكويت في شكل (50)، حيث يسود النمط الشريطي منذ نشأة العمران في عام 1765 والى هدم السور الثاني وبناء السور الثالث في عام 1917، وأما النمط النجمي اتخذ محاوره بعد ذلك حتى منتصف القرن العشرين وهى بداية هدم السور الثالث، والخروج بالعمران إلى أسلوب العشوائية حتى منتصف الخمسينيات بل وامتد في عدد من المناطق إلى السبعينيات، والنموذج الموجه الذي اعتمد على الخطط العمرانية المتتابعة بدأ مع تنفيذ الخطة الهيكلية الأولى التي وضعت عام 1952 (أنظر جدول 2) واستمر النمط الموجه حتى اليوم، بل وسيستمر في المستقبل طبقاً للخطط المستقبلية التي تتبعها الجهات المعنية بالنمو العمراني في الكويت.

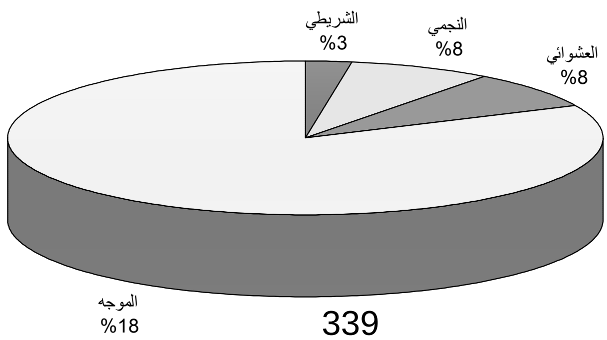


شكل (51): التتابع التاريخي لأنماط النمو العمراني بالكويت

(المصدر: استخلاص الباحث)

ومن تحليل الخريطة شكل (44) بالاعتماد على وظيفة حساب المساحات العمرانية Summarize Areas في نظم المعلومات الجغرافية برنامج التحليل المكاني Spatial Analyst كجزء من برنامج "آركفيو"، وذلك طبقاً للسنوات المختلفة للوثائق الكارتوجرافية التي اعتمدت عليها الدراسة، نجد أن الشكل البياني المرفق مع الخريطة المجمعة لتطور النمو العمراني في الكويت، (شكل 46) يبرز الحقائق التالية:

- أن مساحة العمران الكويتي حتى عام 1810م لم يزيد عن 12 قطعة أرض بمجموع 134832متر مربع أي نسبة 0.06% كم من مجموع مساحة العمران الحالي.
- أن العمران الكويتي ظل محدود النمو في السنوات التي أعقبت نشأته حيث وصل حتى عام 1915 إلى نسبة 2.56%، والى عام 1945 إلى نسبة 9.66% من مجموع مساحة العمران الحالي.
- أن الفترة الرئيسية للنمو العمراني في الكويت هى فترة السبعينيات حيث وصل النمو العمراني فيها إلى نسبة 38.2%، وبذلك وصلت نسبة مجموع العمران منذ نشأته وحتى السبعينيات إلى نسبة 55.46% من مجموع مساحة العمران الحالي، وتلى ذلك فترة الثمانينيات بنسبة 23.3% إضافية، وعليه وصل مجموع مساحة العمران حتى بداية التسعينيات إلى نسبة 78.76% من مجموع مساحات العمران الحالي.
- يشير الرسم البياني أيضاً إلى أن نسبة مساحة العمران المخططة حتى عام 2005م - حسب الخريطة المجمعة للخطط العمرانية للمنيس (Al-Mnais, 1996) - تصل إلى أكثر من الخُمس أي بنسبة 21.2%، مما يشير إلى البطء في تنفيذ المخططات العمرانية الجديدة والتي يجب أن تستكمل في أقل من



نصف عقد من الزمان.

والشكل (51) يوضح العلاقة البيانية بين نمط النمو العمراني ومساحة امتداد كل نمط، حيث يتبين أن النمط الشريطي لم يتجاوز نسبة 3% من مجموع مساحة العمران الحالي، وأما النمطان النجمي والعشوائي فقد تساوا في النسبة وقدرها 8% بالرغم من تفاوت الفترة الزمنية لكل منهما، وهذا يعكس نشاط النمط العشوائي الذي انتشر في فترة وجيزة الى مناطق عديدة شكلت بؤر متفرقة للعمران الحالي . أما النسبة الكبيرة وهى 81% فتتمثل في النمط الموجه مما يؤكد تأثير الخطط العمرانية على نمط النمو العمراني في الكويت.

خامساً: تصميم النموذج المكاني–الزمني الآلي Automated Spatio-Temporal Model :

تعتمد النماذج المكانية–الزمنية التقليدية على توفر بيانات في فترات زمنية متتالية ومنتظمة لكي تساعد في أسلوب تحليل البيانات بأسلوب تحليل السلاسل الزمنية Time Series Analysis، باعتبار أن التسلسل المعلوماتي من أساسيات إنجاح هذا النمط من التحليل، إلا أنه في مجال الخرائط لاتتوفر في ا لغالب وثائق كارتوجرافية منتظمة من حيث التسلسل الزمني، ومن ثم تعاني الدراسات الكارتوجرافية من وجود فجوة معلوماتية Data lack، وخاصة في دول العالم الثالث، حيث النقص الشديد في الخرائط، وعدم صدورها بانتظام.

وتتيح تقنية نظم المعلومات الجغرافية الفرصة للاستفادة م ن أساليب التحليل المكاني لنمذجة البُعد الزمني آلياً بحيث يمكن إنتاج خرائط مستحدثة لم تتوفر من قبل من خلال الاعتماد على مجموعة من الخرائط لنفس المنطقة ولفترات متباعدة .

وتساعدنا في ذلك تقنية التحليل المكاني للبيانات المساحية أو الراسترية Raster data Analysis، وتتم هذه العملية بالخطوات التالية (شكل 52):

1 – تحويل الخريطة النهائية المجمعة لمراحل تطور النمو العمراني (شكل 44) من خريطة خطية Vector map إلى خريطة مساحية أو راسترية Raster map بغرض تسهيل وظيفة التحليل المكاني Spatial Analysis، وذلك بالاعتماد

على برنامج مصمم النماذج Model Builder في برنامج "آركفيو" كما في شكل (47)، ومن ثم الحصول على خريطة راسترية Raster map للنمو العمراني (شكل 48).

2 - يتم تصميم قاعدة معلومات وصفية Attribute data تحتوي على التبعية الزمنية لكل وحدة مساحية Pixel على الخريطة،ويتم إنجاز ذلك كأحد المواصفات Properties المرتبطة بالخريطة الراسترية.

3 - يتم أيضاً برمجة الفترة الزمنية التي يجب استخراج خريطة لها، مثل كل خمس سنوات أو عشر سنوات، مع تحديد نقطة بداية الترتيب الزمني في النموذج، ولتكن عام 1810م باعتباره يمثل الخريطة الأولي في الوثائق الكارتوجرافية لتطور النمو العمراني بالكويت، وتعتبر عملية برمجة الفترة الزمنية من أهم معايير التحليل المكاني- الزمني، والتي يتم إدخالها في برنامج مصمم النماذج.

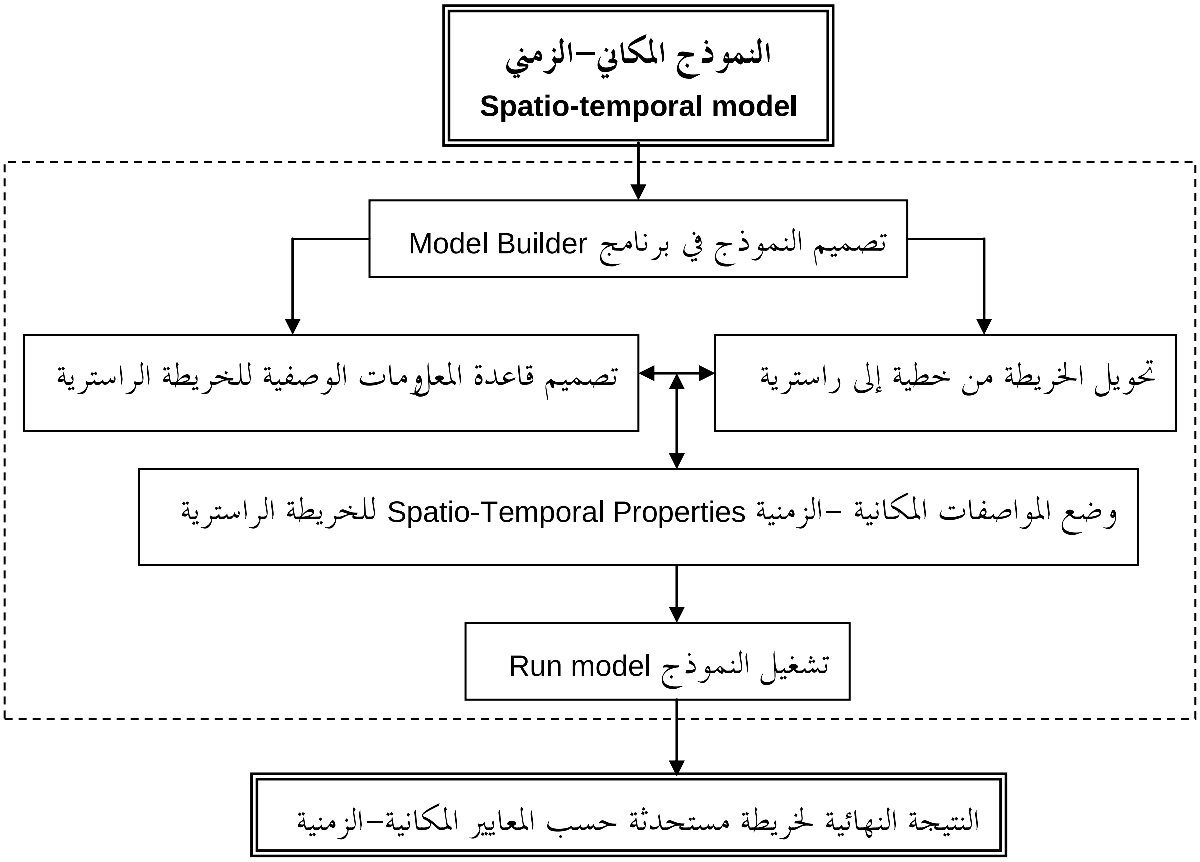
4 - يلي ذلك تشغيل النموذج المكاني- الزمني من خلال وظيفة تشغيل النموذج Run model نحصل على الخريطة المطلوبة التي تتوفر فيها المعايير المكانية للامتداد العمراني، والزمنية للفترات المطلوبة.

5 - يعتمد النظام في عملية تشغيل النموذج على شقين من المعلومات أحدهما مكاني وهو الوحدة المساحية الراسترية Pixel على الخريطة من حيث موقعها الإحداثي، والآخر على البُعد الزمني للوحدة الراسترية من قاعدة المعلومات الوصفية المقترنة بها، ومن ثم يعيد التنظيم المكاني Spatial resampling للوحدات المساحية على أساس الفترة الزمنية المطلوبة في النموذج، ويعطي النتيجة النهائية المطلوبة.

6 - الشكل (54) يوضح خريطة للتطور الكارتوجرافي للنمو العمراني في الكويت لفترات زمنية منتظمة كل عامين منذ نشأة العمران وحتى عام 2005م، ويمكن أيضاً بواسطة وظيفة الاستفسار الآلي Query في برنامج "آركفيو" من الاستفسار عن الفترة الزمنية التي تتبعها المساحات الراسترية

المختلفة على الخريطة، حيث يظهر البرنامج نافذة Popup window تحتوي على بيانات الوحدة الراسترية والتبيعية الزمنية.

7 - يمكن تكرار النموذج المكاني-الزمني لفترات زمنية مختلفة دون قيود.



شكل (53): مسار النموذج المكاني - الزمني في الدراسة

(تصميم الباحث)

سادساً: خلاصـــــــــة وتوصيات الدراســـــــــة:

ركزت الدراسة على كيفية الاستفادة من التقنيات الحديثة في مجال الخرائط من استحداث طريقة للمطابقة بين الخرائط القديمة والخرائط الحديثة بواسطة النمذجة الكارتوجرافية الآلية بغرض توثيق تاريخي للوثائق الكارتوجرافية المختلفة والمتنوعة، ومن ثم الاستفادة من ها في تحليل تطور النمو العمراني في الكويت.

وقد اعتمدت الدراسة على وثائق كارتوجرافية متنوعة شملت خرائط قديمة للعمران منذ نشأته في منتصف القرن الثامن عشر، وخرائط حديثة وأهمها الخرائط الطبوغرافية، وكذلك المخططات العمرانية، والصور الجوية لفترات زمنية متعاقبة، وأيضاً مرئيات فضائية للسنوات العشر الأخيرة من تطور نمو العمران الكويت.

وتبين أن معظم الوثائق الكارتوجرافية وخاصة الخرائط القديمة والصور الجوية تفتقد الى الأساسيات الكارتوجرافية التي يمكن الاعتماد عليها في الاستقراء والتفسير مثل مقياس الرسم ونظم الإحداثيات، لذلك تم نمذجة تلك الوثائق الكارتوجرافية على أساس تاريخي لتغطية مراحل التطور الكارتوجرافي لنمو العمران في الكويت على النحو التالي:

- الفترة منذ نشأة العمران وحتى منتصف القرن العشرين تغطيها الخرائط القديمة
- الفترة منذ الثلاثينيات من القرن العشرين وحتى السبعينيات تغطيها الصور الجوية.
- الفترة من الثمانينيات من القرن العشرين وحتى نهاية القرن تغطيها المرئيات الفضائية.
- الفترة المستقبلية تغطيها خريطة تجمع بين المخططات العمرانية السابقة والمستقبلية.

وتلى ذلك ترقيم خريطة طبوغرافية حديثة ترجع الى عام 1999م لكي تلعب دور الخريطة الأساسية كمرجعية مكانية وإحداثية لجميع الوثائق الكارتوجرافية المذكورة أعلاه، وذلك بعد الاعتماد على تقنية تحديد المواقع (GPS) في اختبار مدى صحة إحداثيات الخريطة الطبوغرافية.

ثم انتقلت الدراسة إلى أسلوب التصحيح الهندسي لجميع الوثائق الكارتوجرافية التي وقع عليها الاختيار لتغطية المراحل المختلفة لنمو العمران من خلال الاعتماد على تقنية التوقيع الإحداثي في نظم المعلومات الجغرافية، ومن ثم استخلاص ثلاث عشر طبقة خرائطية Map layers ، التي شكلت أساس الخريطة النهائية للتطور الكارتوجرافي لنمو العمران.

وأعقب ذلك إجراء تحليل للخصائص الكارتوجرافية لتطور النمو العمراني في الكويت، حيث تبين أن العمران الكويتي مر بأربعة أنماط تطورية منذ نشأته حتى اليوم، وهى مرحلة النمط الشريطي التي سادت الفترة الأولى منذ نشأة العمران وحتى العشرينيات من القرن العشرين، وتلى ذلك النمط النجمي المرتبط بمحاور النمو العمراني التي امتدت بموازاة الطرق الصحراوية التي تصل العمران بقلب الصحراء، وقد استمر هذا النمط في الانتشار حتى منتصف القرن العشرين مع زيادة دور الطرق البرية في ربط المراكز التجارية داخل العمران مع المنافذ البرية للبدو القادمين إلى المدينة بهدف التجارة، وبعد ذلك بدأ النمط العشوائي حتى منتصف الخمسينيات، إلى أن بدأت الخطط العمرانية في دورها التنفيذي لتحويل النمو العمراني إلى النمو الموجه.

ومن التحليل الكمي للمساحات المرتبطة بأنماط النمو العمراني المختلفة تبين أن النمط الشريطي لم يتجاوز نسبة 3% من إجمالي مساحة العمران الحالي، بينما تساوا النمطين النجمي والعشوائي حيث شغل كل منهما نسبة 8% من إجمالي مساحة العمران، وبقيت النسبة الكبرى وقدرها 81% للنمط الموجه مما يعكس قوة اعتماد التنمية العمرانية في الكويت على الخطط الحكومية الموجهة.

وللحصول على خرائط للفترات الزمنية التي لم يتوفر فيها خرائط، تم الاعتماد على أسلوب النمذجة المكانية –الزمنية Spatio-temporal modeling للوثائق الكارتوجرافية، حيث أصبح بالإمكان إنتاج خرائط تغطي فترات زمنية مختلفة دون قيود.

وقد تبين لنا من الدراسة أن تقنية النمذجة الكارتوجرافية الآلية قد أسهمت بحدٍ كبيرٍ في استحداث طريقة لمعالجة قضية بحثية كارتوجرافية هامة وهى كيفية التغلب على مشكلة فقدان الخرائط القديمة إلى أساسيات الكارتوجرافيا، وتطوير أسلوب للمطابقة المكانية فيما بينها وبين الخرائط الحديثة والصور الجوية، والمرئيات الحديثة. وبالطبع قد يصعب على

المرء إنجاز ذلك بالطرق اليدوية التقليدية . كما وان عملية النمذجة المكانية الزمنية يصعب تنفيذها بالطرق اليدوية بسبب وجود نقص أو فجوة معلوماتية في الوثائق الكارتوجرافية، وعدم توفر الخرائط في فترات زمنية منتظمة، لذلك فقد كان لاستخدام التقنيات الحديثة في مجال النمذجة المكانية الزمنية لمجموعة من الوثائق الكارتوجرافية التي اعتمدت عليها الدراسة في تحقيق أسلوب تحليل السلاسل الزمنية ومن ثم الحصول على خرائط لفترات مفقودة.

وقد أثبتت الدراسة قوة الاعتماد على التقنيات الحديثة في الدراسات البحثية الجغرافية، لذلك فان الدراسة توصي بالتالي:

- تشجيع الدراسات الجغرافية وخاصة الكارتوجرافية منها بالاعتماد على التقنيات الحديثة لمعالجة القضايا البحثية الكارتوجرافية التي يصعب على الطرق اليدوية معالجتها، وخاصة فيما يتعلق بنظم الإحداثيات بين الخرائط القديمة والحديثة.
- تشجيع أساليب البحث الكارتوجرافية الكمي والتي تعتمد على أساليب النمذجة المعلوماتية للوثائق الكارتوجرافية لمعالجة قضايا النقص في الخرائط التي تعاني منها دول العالم الثالث والتي قد تعوق الدراسات البحثية المتخصصة.
- تشجيع الدراسات التي تهدف إلى محاكاة ا لتطور الكارتوجرافية للمدن بغرض التوثيق الكارتوجرافي ومعرفة العلاقات المكانية التي أسهمت تاريخياً في تشكيل الأنماط المختلفة لنمو العمراني بالمدن.
- العمل على تطوير القدرات البحثية العربية في مجال الدراسات الكارتوجرافية التي مازالت تعاني من ندرة الجهود التطبيق ية، وخاصة تلك التي تعتمد على التقنيات الحديثة.

وأخيراً، نأمل من الله سبحانه وتعالى أن نكون قد وفقنا في تحقيق إضافة بحثية متواضعة باللغة العربية لها صعوباتها الفكرية واللغوية، والتي حاولنا هنا استحداث أسلوب علمي مبسط باللغة العربية في مجالٍ تقل فيه الدراسات العربية بينما تتنوع في الدراسات غير العربية.

المراجـــــــــع

أولاً: المراجــــع العربية:

أحمد حسن إبراهيم (1982): مدينة الكويت – دراسة في جغرافية المدن، منشورات مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، العدد 7، الكويت.

بلدية الكويت (1980): التطور والعمران في الكويت، إصدار خاص بمناسبة مرور 50 سنة على تأسيس بلدية الكويت، الكويت.

بلدية الكويت (1983): المخطط الهيكلي لدولة الكويت، إعادة التطوير الأولى 1977، الجزء الأول: التخطيط والسياسة، شانكلاند كوكس بارتنرشب بمشاركو سالم المرزوق وصباح أبي حنا ذم م، الكويت.

بلدية الكويت (بدون): المعالجة العلمية للتخطيط والعمارة والتطوير العمراني في دولة الكويت، تقرير إدارة الإحصاء والبحوث، الكويت.

طيبة المرزوق (1977): العلاقة بين النمو الحضري ونظام المرور في مدينة الكويت، رسالة ماجستير، قيم الجغرافيا، جامعة الكويت.

عبد الوسول الموسى (1981): التطور العمراني والتخطيط في الكويت، كاظمة للنشر والترجمة والتوزيع، الكويت.

عيسى الشاعر (1993): دراسة التوسع العمراني في مدينة الرياض باستخدام الصور الجوية والمناظر الفضائية، بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، عدد 14.

نبيل سيد إمبابي (1995): تطبيقات الاستشعار عن بعد في دراسة التوسع العمراني في بعض مدن دولة الإمارات العربية المتحدة، المجلة العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة، عدد 27، سنة 27، ص ص 1-24.

وليد عبد الله المنيس (1985): التخطيط الحضري والإقليمي، م طبوعات جامعة الكويت.

وليد عبد الله المنيس (1994): التركيب الداخلي لمدينة الكويت بالمقارنة مع نماذج تراكيب المدن- دراسة في جغرافية الحضر، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد 73، السنة 19، ص ص 19-57.

وليد عبد الله المنيس (1996أ): البنية الحضرية لمدينة الكويت: ملامح المدينة الكبرى، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة، وحدة النشر العلمي، المجلد 56، العدد 2، ص ص 439-490.

وليد عبد الله المنيس (1996ب): خصائص التخطيط الحضري في الكويت - دراسة للسمات والمؤثرات الغربية، مجلة العلوم الاجتماعية، جامعة الكويت، المجلد 24، العدد 2، ص ص 49-86.

وليد عبد الله المنيس (1998): المكونات العمرانية لمدينة الكويت في وثائق الوقف الكويتية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد 89، السنة 23، ص ص 15-92.

ثانياً: المراجـــــع الأجنبية:

Al-Mnais W.A. (1996): The settlement Geography of Kuwait: A sociocutural and historical Perspective, Faculty of Arts Bulletin, Alexandria University, Vol. 45, pp.57-127.

Aziz, M. (2001): Development of the Functional Structure of Cities in Small Countries – a cartographic Case Study of Kuwait, Zeitschrift fuer Geog- und Umweltwissenschaften, Petermannes Geographische Mitteilungen (PGM), Justus Perthes Verlag, Gotha GmbH, 145, 2, pp. 30-43.

Brassel K.E. (1974): A model for automatic hill-shading, the American Cartographer, (1), pp. 15-27.

Berry J.K. (1987): Fundamental Operations in Computer-assisted map analysis, International Journal of Geographical Information Systems, 1, pp. 119-136.

Borgida, A. (1986): Conceptual Modeling of Information Systems, in: On Knoledge Base Mangement Systems, Brodie, M.J. & Mylopoulos, J. (eds.), New York, Spring Verlag, PP. 461-469.

Buisseret D. (ed.) (1998): Envisioning the City: Six studies in Urban Cartography, University of Chicago Press, USA.

De Floriani L., Falcidieno B., Pienovic, Allen D., Nagy G. (1986): A visibility – based model for terrain features, Proceedings of the 2nd Intern. Symposium on Spatial Data Handling, Columbus Ohio, pp.600-610.

Dikan R. (1989): The application of a digital relief model to landform analysis in geomorphology, in: Raper J.F. (ed.) Three Dimensional Applications in Geographical Information Systems, Taylor & Francies, London, pp. 51-77.

Goodchild M.F. (1993): Environmental Modeling with GIS, Oxford University Press, New York.

Kaneda K, Kato F., Nakamae E., Nishita T. (1989): Three dimensional Terrain modeling and display for environmental assessment, Computer Graphics, (SIGGRAPH'89 Proceedings), 23,3, pp. 207-214.

Kelly A.D., Malin M.C., Nielson G.M. (1988): Terrain Simulation using a model of stream erosion, Computer Graphics, (SIGGRAPH'88 Proceedings), 22,4, pp. 263-268.

Kwarteng A.Y. and D. Al-Ajmi (1997): Satellite Remote Sensing Applications in the State of Kuwait, Kuwait Institute for Scientific Research (KISR), Kuwait.

Kwarteng A.Y. and P.S. Chavez (1998): Change detection study of Kuwait City and environs using multi-temporal Landsat Thematic Mapper data, Intern. J. for Remote Sensing, Vol. 19, No.9, pp. 1651-1662

Kwarteng A.Y. (2001): Satellite map of Urban Zone in Kuwait, Kuwait Institute for Scientific Research (KISR), Kuwait.

Langran G. (1992): Time in Geographic Information Systems, London, Taylor and Francis Ltd.

Lourenco J. and J. Mendes (1998): Urban Growth Modeling and GIS, in: Pascolo P and C A Brebbia (eds.), GIS technologies and their environmental applications, WIT press Southampton, Boston, USA, pp. 221-230.

Nyerges T.L. (1980): Modeling the structure of cartographic information for query processing, PhD thesis, Ohio State University.

Peuguet D.J. (1984): A conceptual Framework and Comparison of Spatial Data Models, Cartographica, 21,4, pp. 66-113.

Robenson S.H. et al (1995): Elements of Cartography, Sixth Edition, John Wiley & sons, Inc., new York.

Robert G. C. (1992): Digital Cartography, Prentice Hall, New Jersey, USA.

Taylor D.R.F. (1987): New Methods and Technologies in Cartography, the Digital World Atlas, In: Intern. Yearbook of Cartography, pp. 219-224.

Taylor D.R.F. (1991): The Microcomputer and Modern Cartography, Addison – Wesley Publishing company, USA.

Thrower N.J.W. (1999): Maps and Civilization: Cartography in Culture and Society, University of Chicago Press.

Tomlin C.D., Berry J.K. (1979): A mathematical structure for cartographic modeling in environmental analysis, proceedings of the 39th symposium of the American Conference on Surveying and Mapping, pp. 269-283.

Tomlin C.D. (1983): Digital Cartographic Modeling Techniques in Environmental Planning, PhD thesis, Harvard University.

Tomlin C.D. (1990): Geographic Information Systems and Cartographic Modeling, Prentice-Hall, Englewood Chiffs, New Jersey.

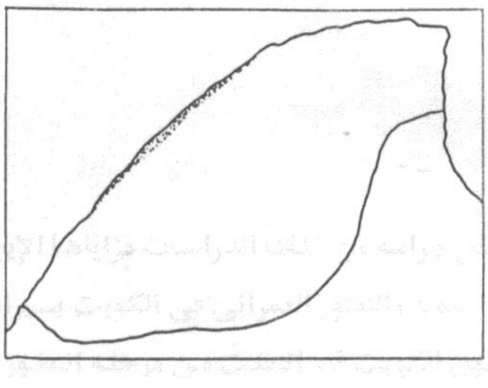
Tomlin C.D. (1991): Cartographic Modeling, in: Maguire D. et al (eds.), Geographical Information Systems, Vol. 1, pp. 361-374.

Veiga T.C. (1989): Remote Sensing Techniques and Computer Assisted Methods: a contribution towards planning and monitoring the development of the city, Case study Bento Goncalves, R,S, Brasil, MSc Thesis, ITC, Enschende, Netherlands.

Weibel R. and M. Heller (1991): Digital Terrain Modeling, in: Maguire D. et al (eds.), Geographical Information Systems, Vol. 1, pp. 269-297.

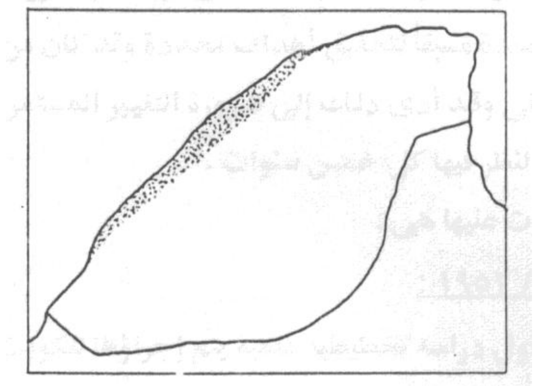
ملاحـــــــق الخرائط:

الوثائق الكارتوجرافية المستخدمة في الدراسة وتصحيحها هندسياً وتحويلها إلى رقمية لاستخلاص الطبقات الخرائط ضمن النمذجة الكارتوجرافية:



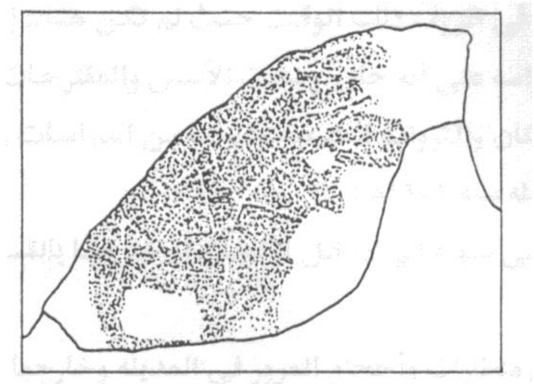
شكل (2): العمران في الكويت في الفترة 1765-1810م

المصدر: بلدية الكويت، 1980.



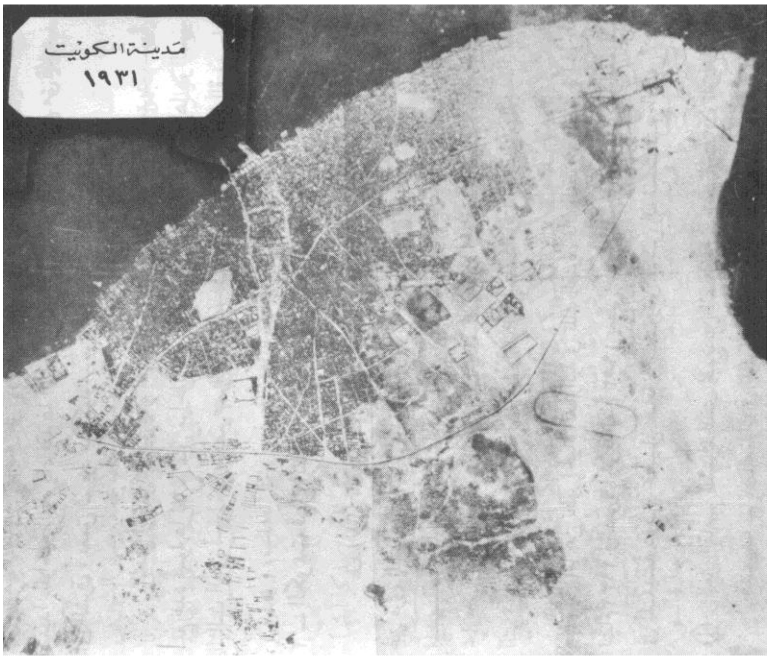
شكل (3): العمران في اللكويت في الفترة 1811-1917م

المصدر: بلدية الكويت، 1980.

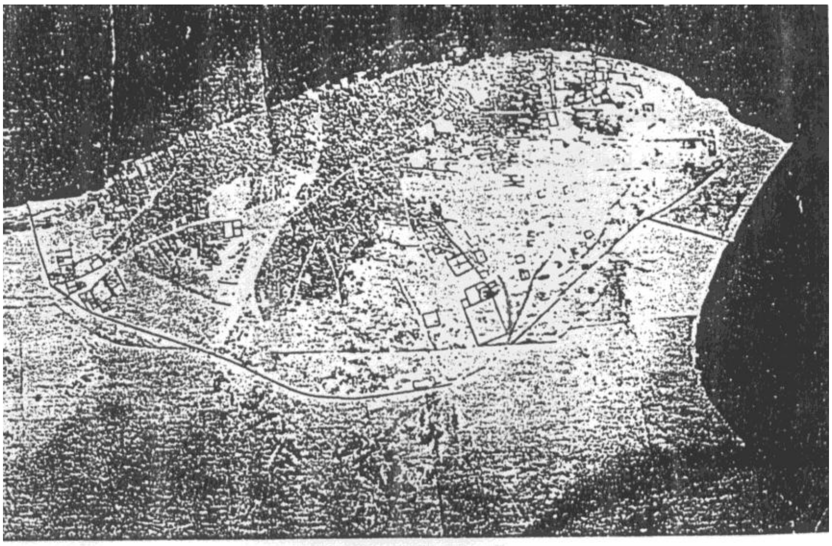


شكل (4): العمران في الكويت في الفترة 1918-1950م

المصدر: بلدية الكويت، 1980.



شكل (5): صورة جوية للعمران في الكويت عام 1931م
المصدر: أحمد حسن إبراهيم، 1982، عن: بلدية الكويت

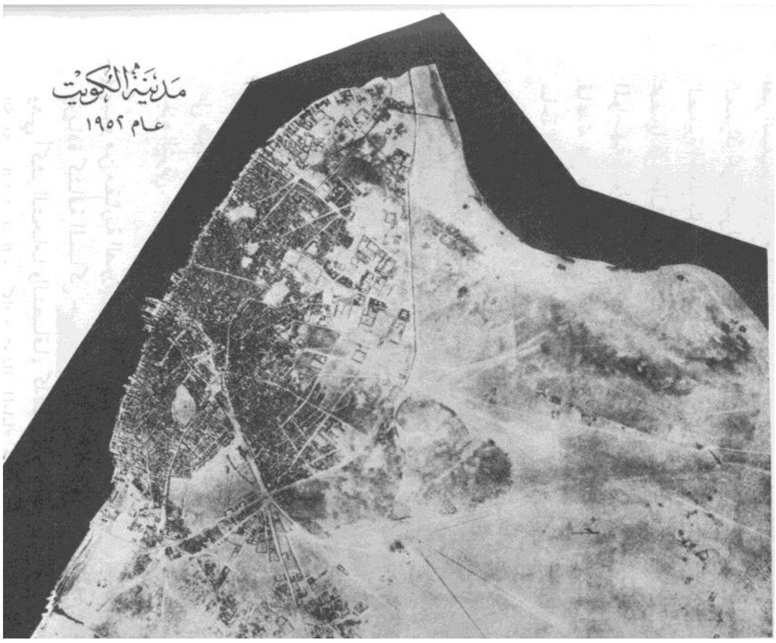


شكل (6): صورة جوية للعمران في الكويت عام 1934م
المصدر: بلدية الكويت، إدارة قطاع الإحصاء والبحوث، بدون تاريخ



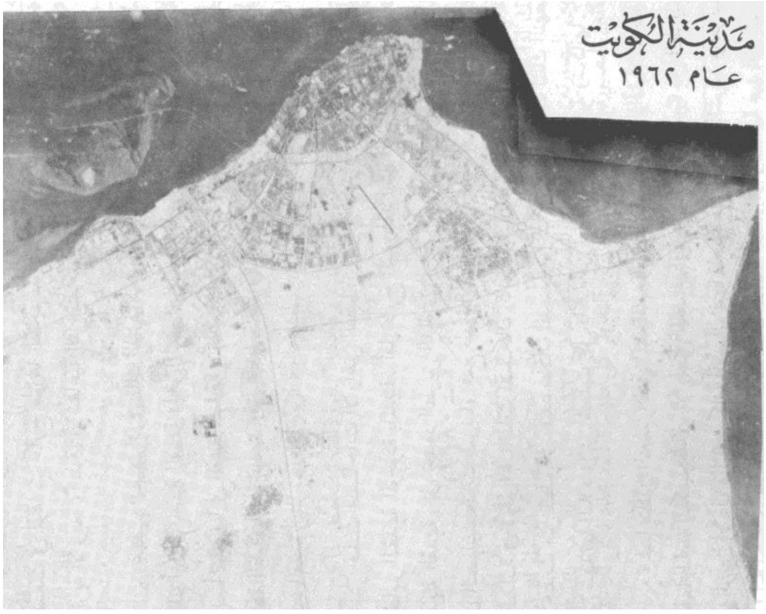
شكل (7): صورة جوية للعمران في الكويت عام 1950م

المصدر: طيبة المرزوق، 1977 عن: بلدية الكويت



شكل (8): صورة جوية للعمران في الكويت عام 1952م

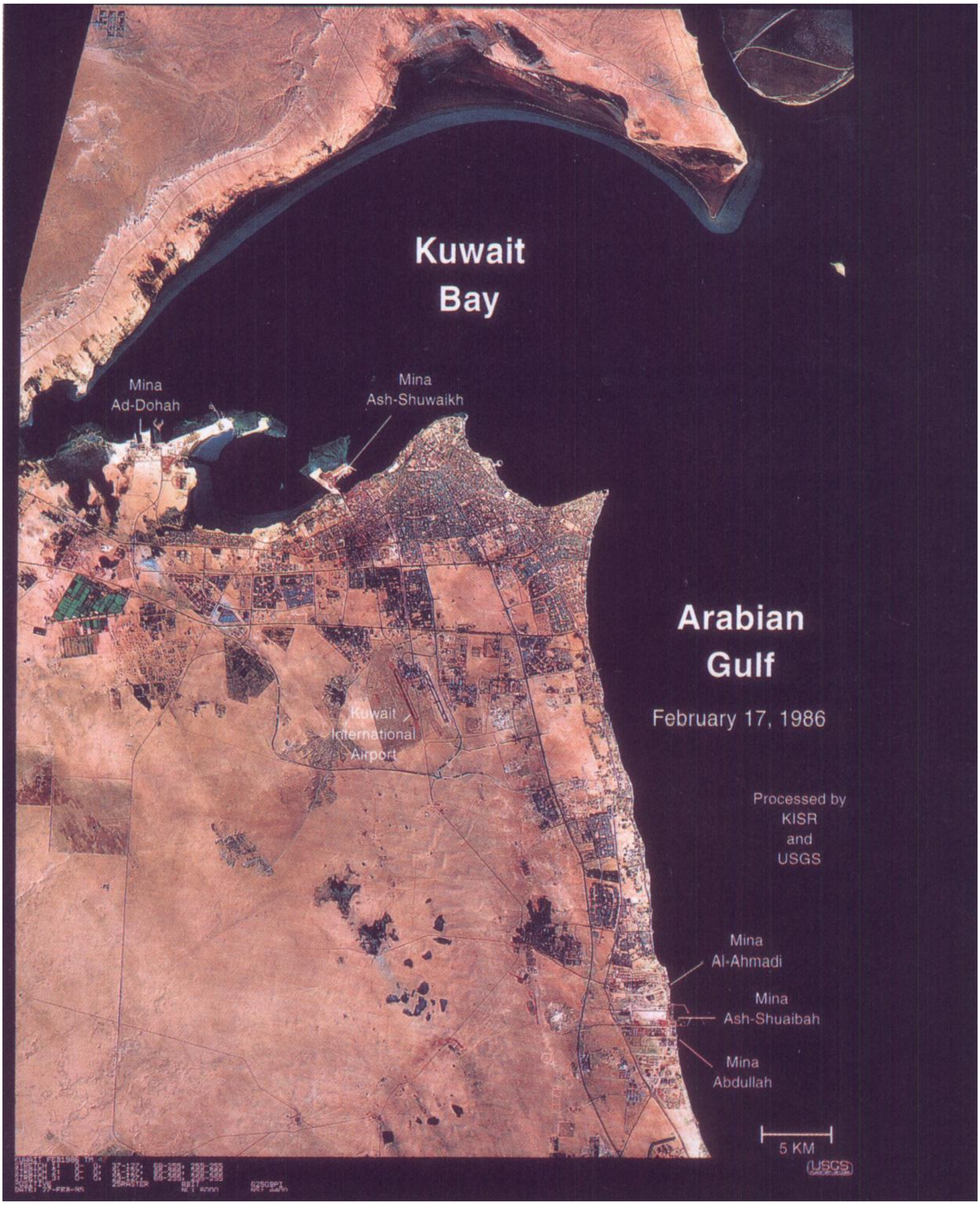
المصدر: أحم حسن إبراهيم، 1982، عن: بلدية الكويت



شكل (9): صورة جوية مجمعة Mosaic للعمران في الكويت عام 1962م
المصدر: أحمد حسن إبراهيم، 1982، عن: بلدية الكويت



شكل (10): صورة جوية مجمعة Mosaic للعمران في الكويت عام 1972م
المصدر: أحمد حسن إبراهيم، 1982؛ عن: بلدية الكويت



شكل (11): مرئية فضائية من القمر الصناعي لاندسات 5 للنطاق العمراني في الكويت عام 1986م

المصدر: Kwarteng & Al-Ajmi, KISR, 1997



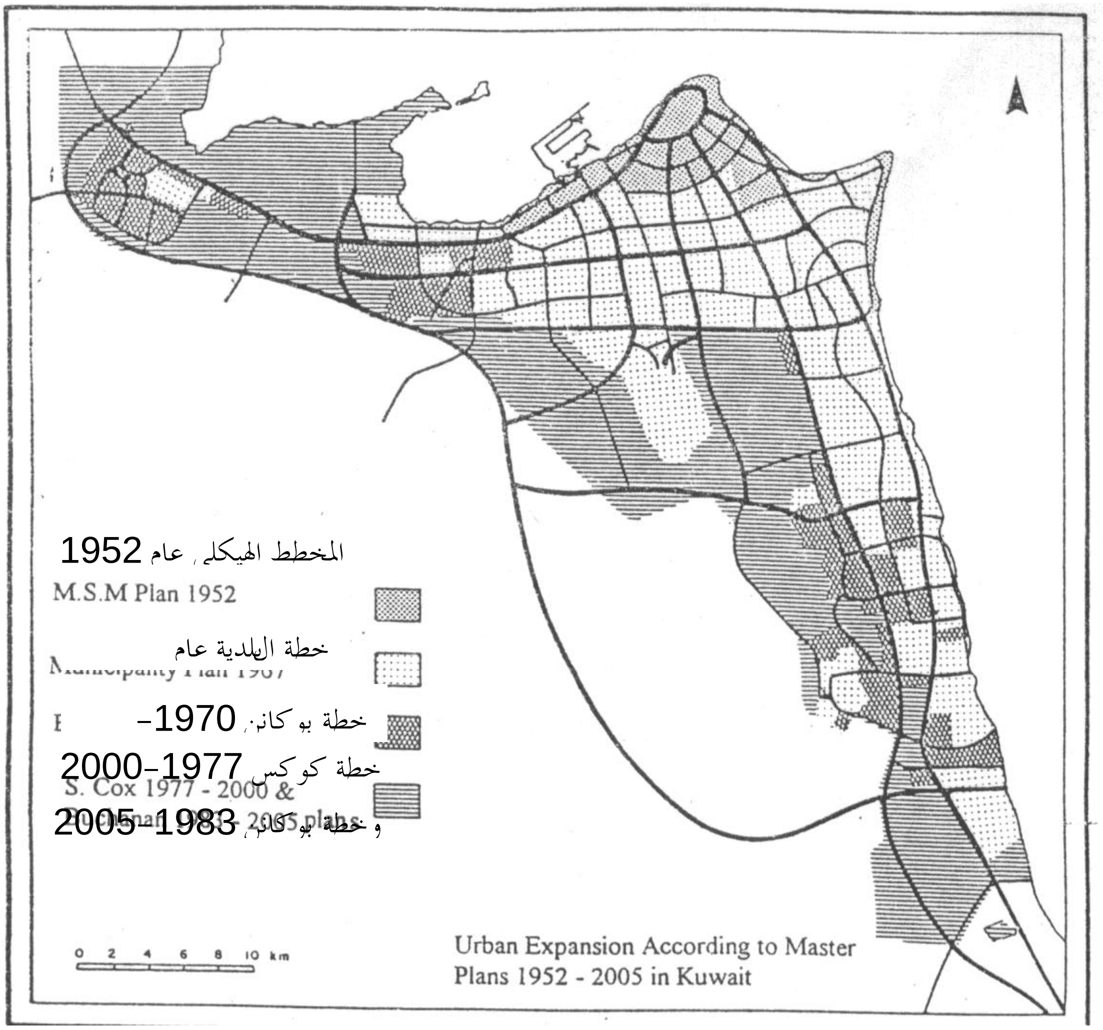
شكل (12): مرئية فضائية من القمر الصناعي لاندسات 5 للنطاق العمراني في الكويت عام 1993م

المصدر: Kwarteng & Al-Ajmi, KISR, 1997



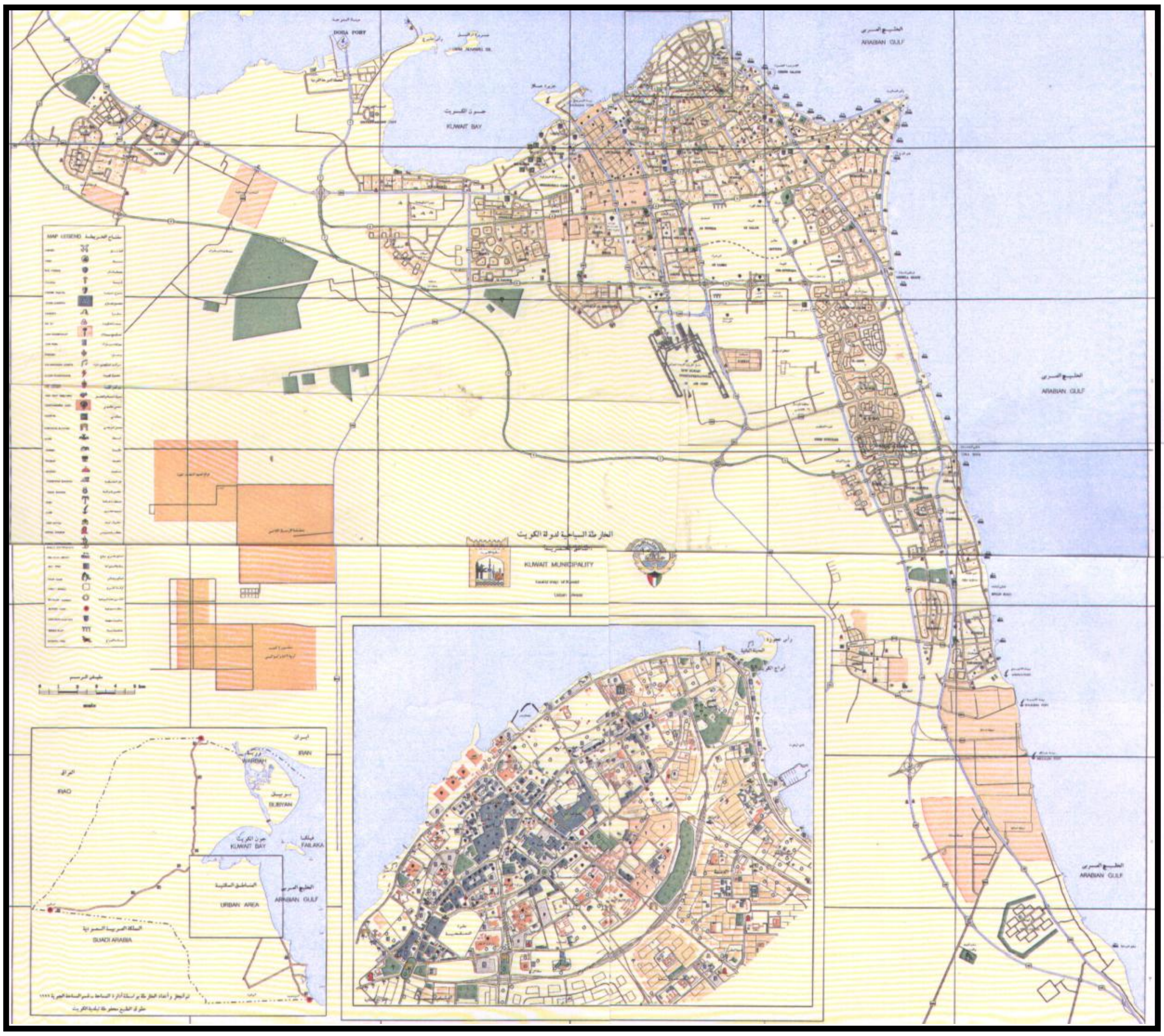
شكل (13): مرئية فضائية من القمر الصناعي لاندسات 7 للنطاق العمراني
في الكويت عام 2000م

المصدر: Kwarteng, KISR, 2001



شكل (14): الخطط العمرانية في الكويت من عام 1952–2005

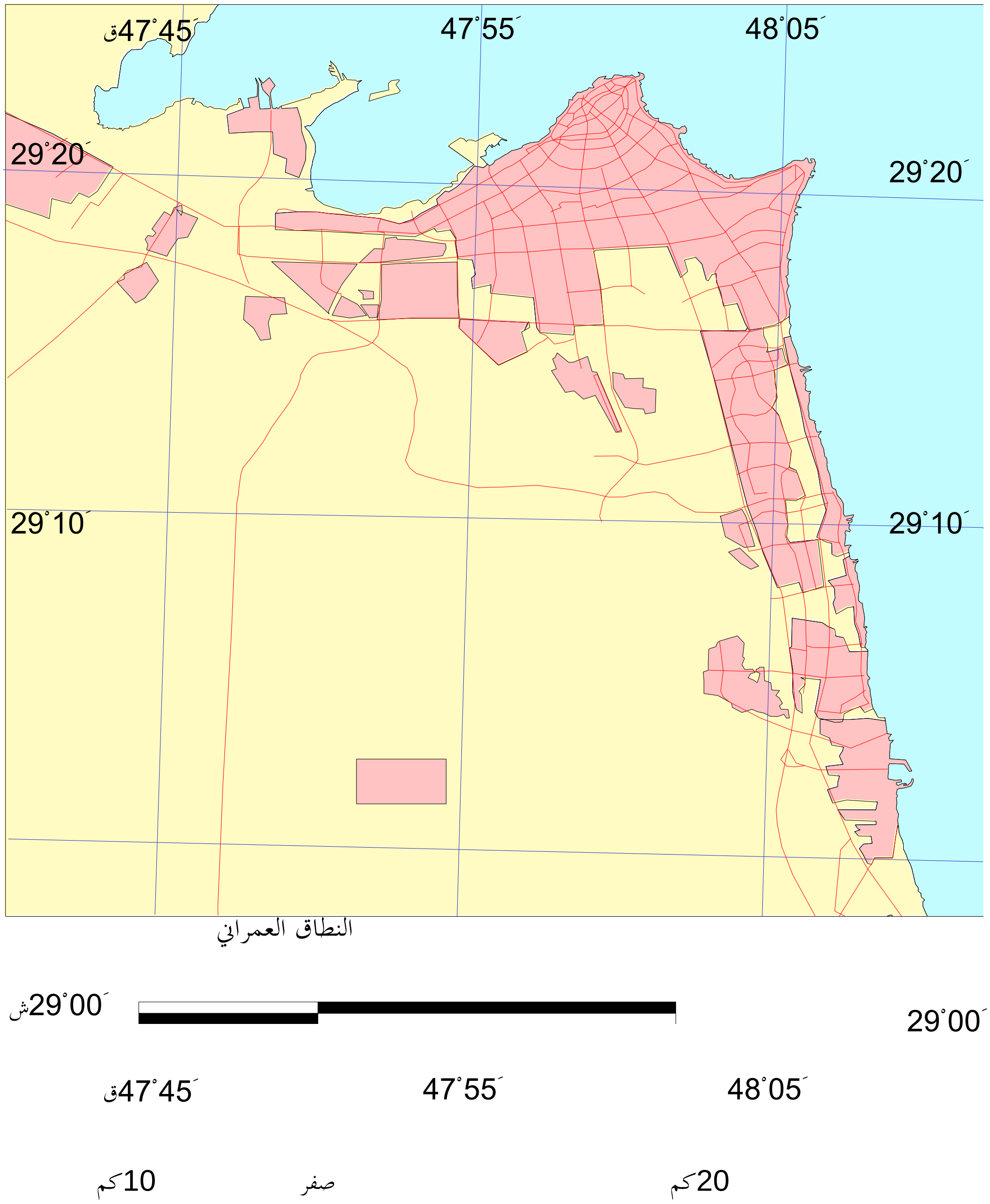
المصدر: Al-Mnais, 1996، عن: بلدية الكويت



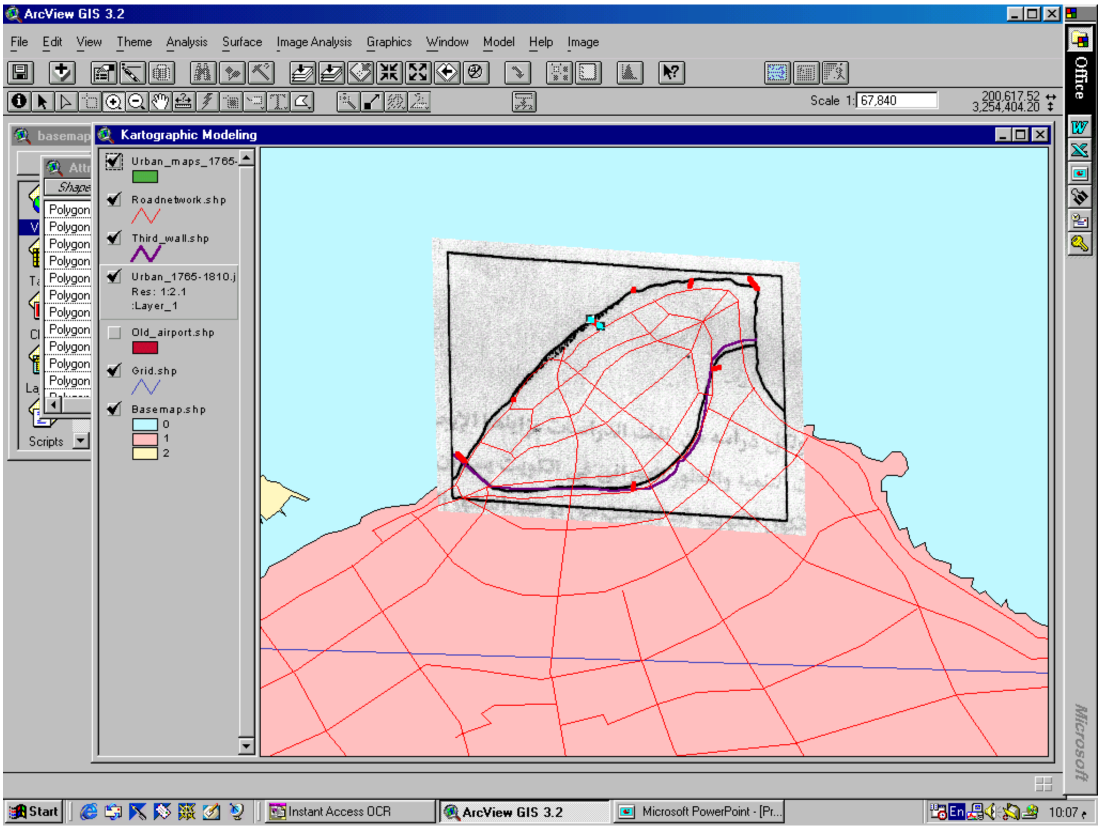
شكل (16): الخريطة السياحية (الطبوغرافية) للنطاق العمراني في الكويت

(خريطة الأساس قبل الترقيم للدراسة الحالية)

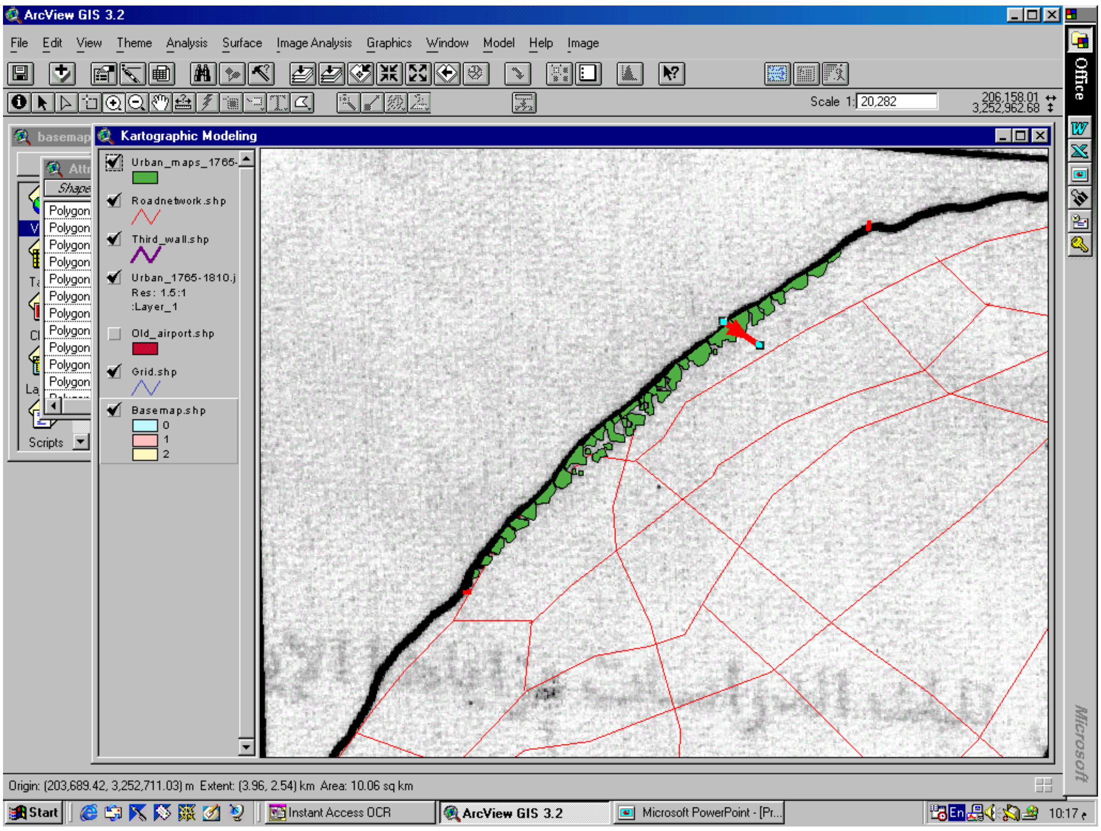
المصدر: قسم المساحة الجوية، ادراة المساحة، بلدية الكويت 1999م



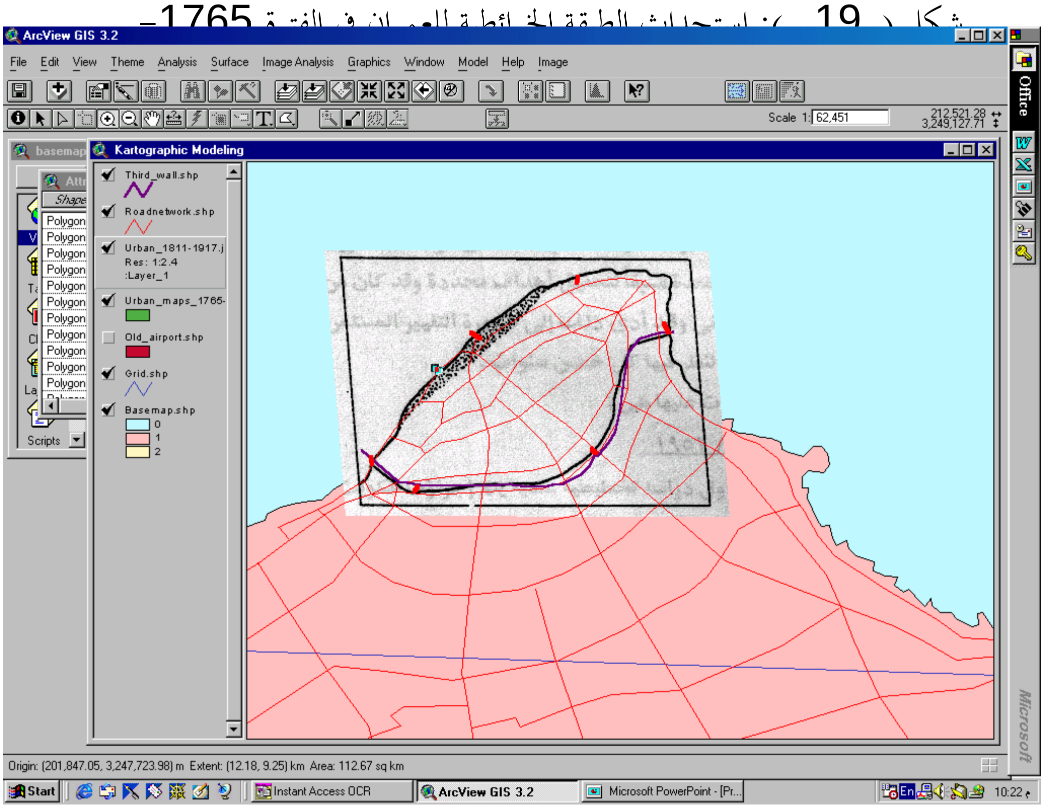
شكل (17): الخريطة الأساسية الرقمية من الخريطة الطبوغرافية شكل (16)



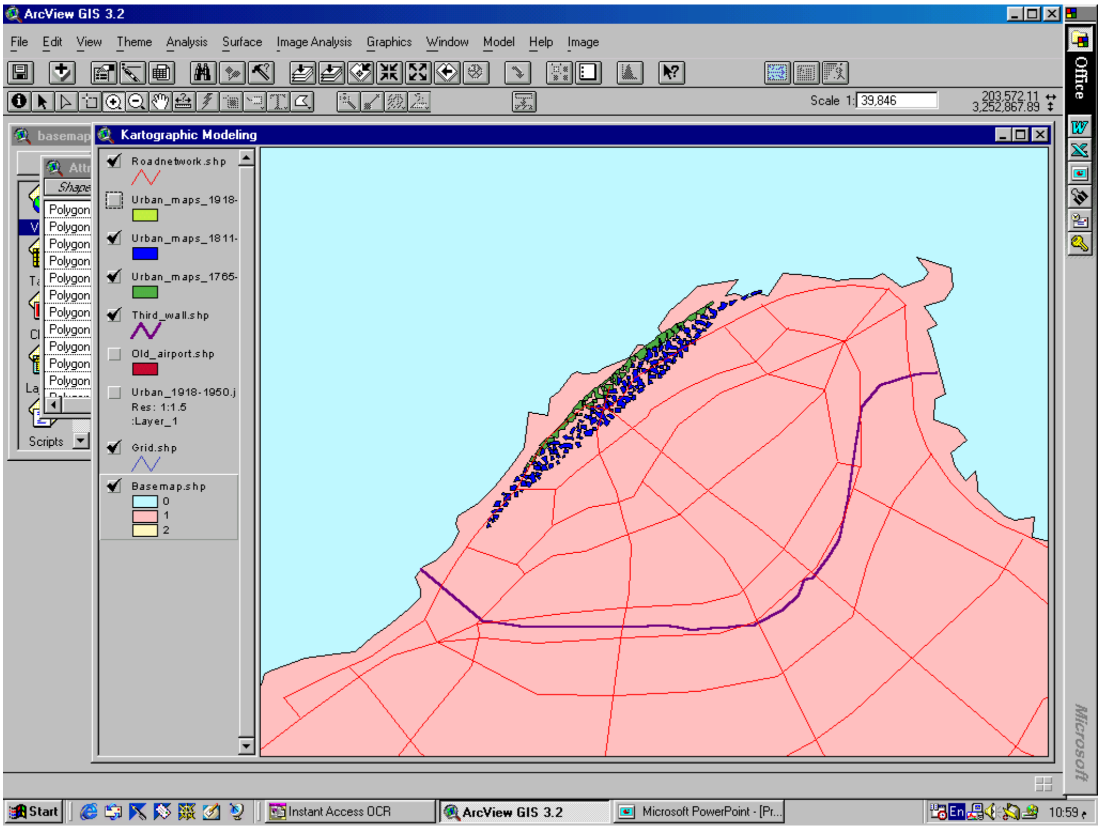
شكل (18): التصحيح الهندسي للخريطة القديمة للعمران في الفترة 1765-



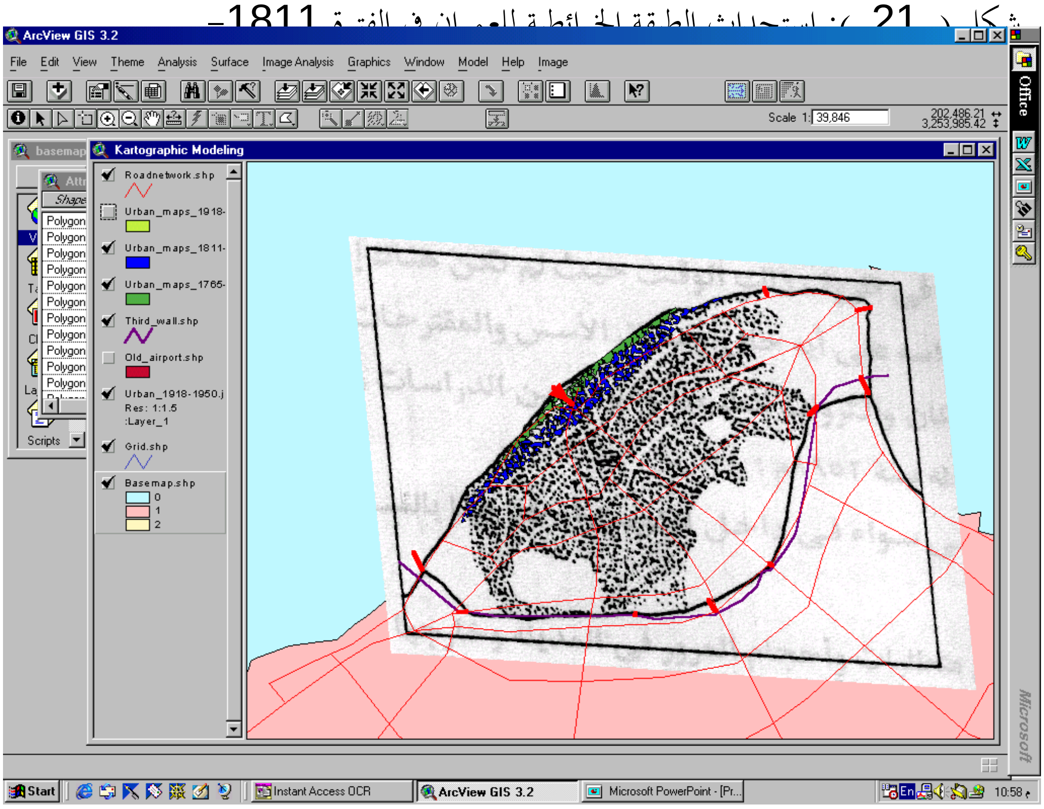
شكل (19): استحداث الطبقة الخرائطية للعمران في الفترة 1765–



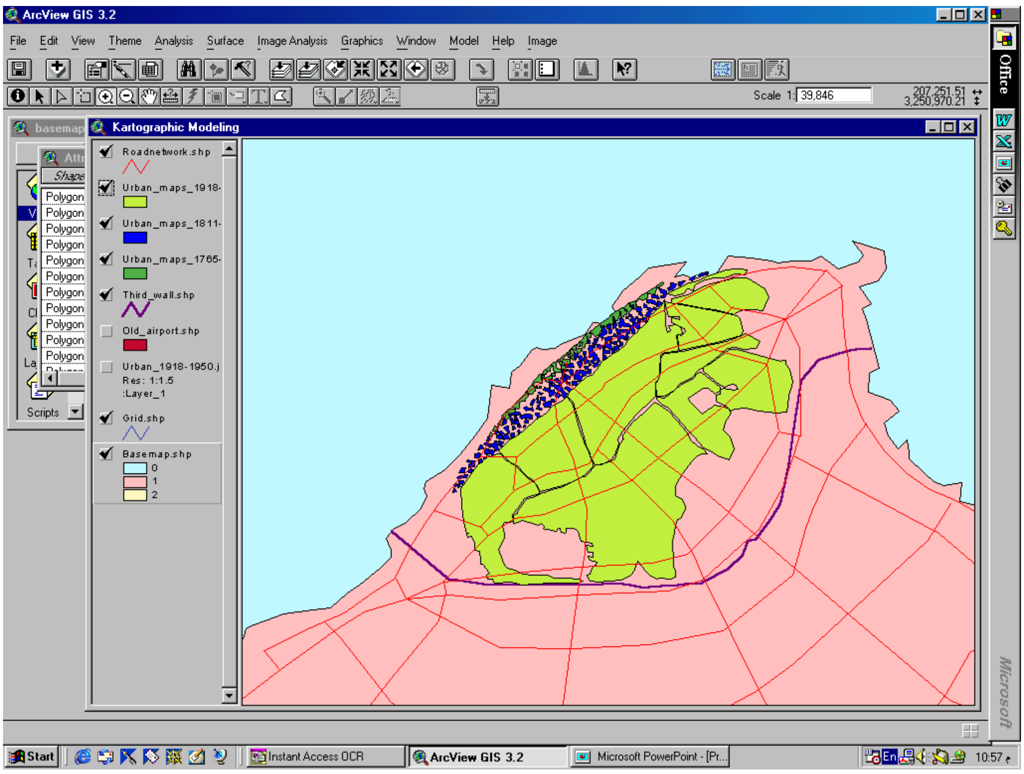
شكل (20): التصحيح الهندسي لخريطة العمران القديم في الفترة 1811–



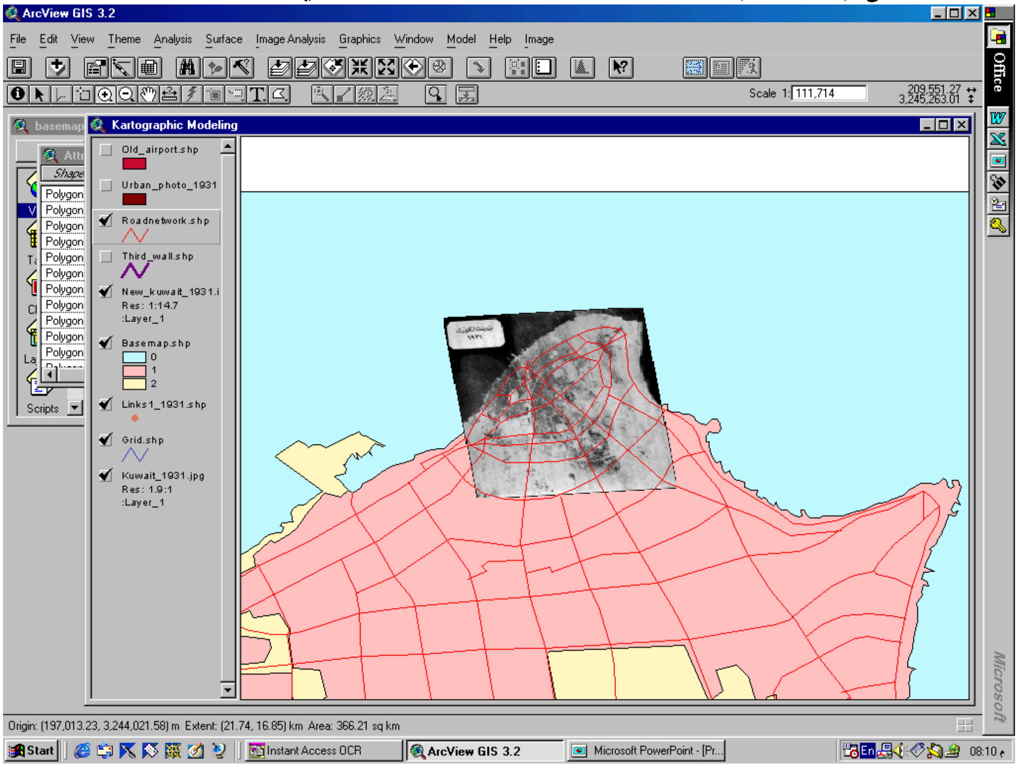
شكل (21): استحداث الطبقة الخرائطية للعمران في الفترة 1811–



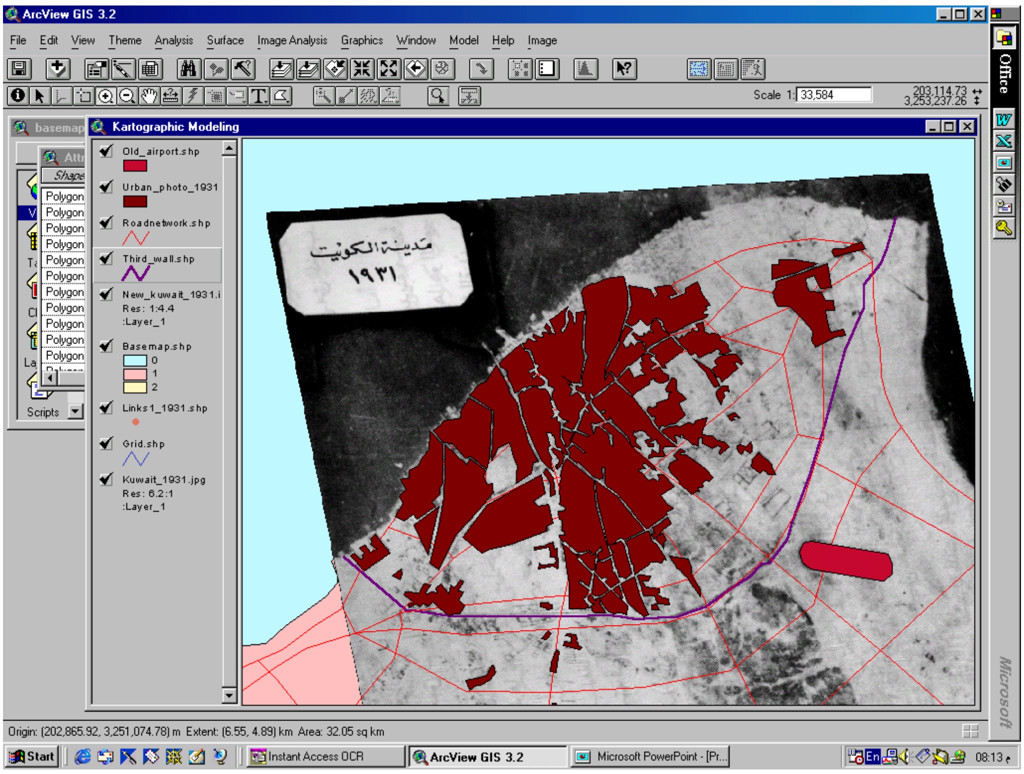
شكل (22): التصحيح الهندسي لخريطة العمران في الفترة 1917–



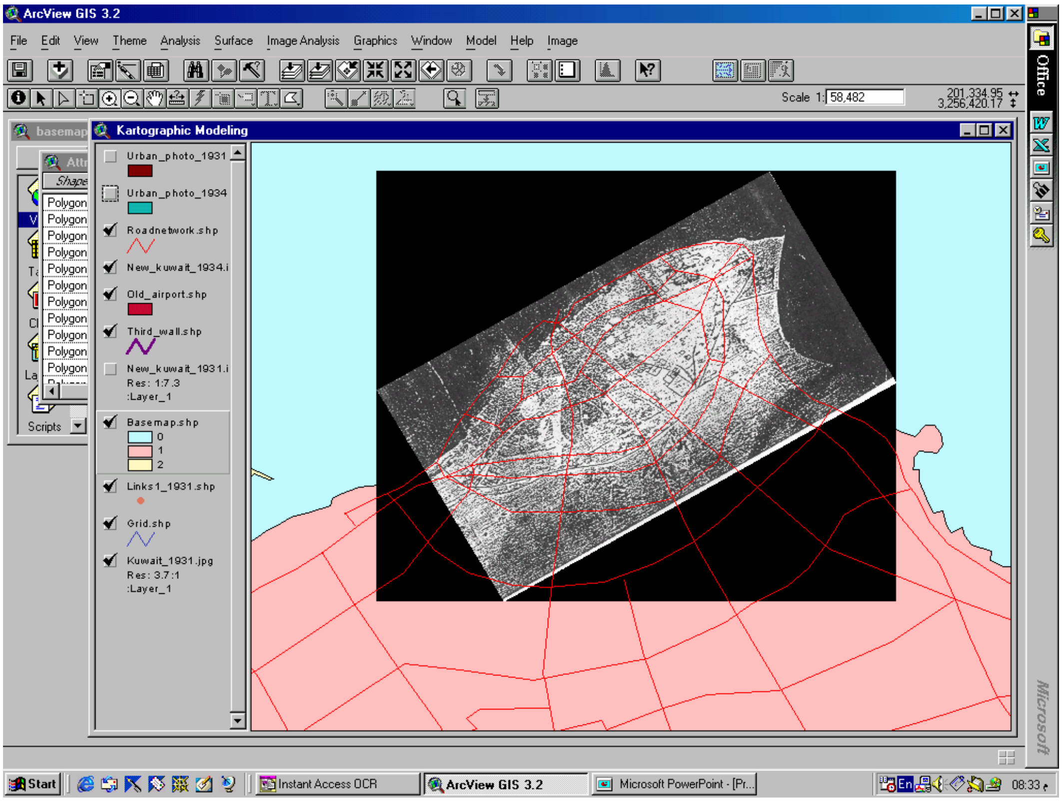
شكل (23): استحداث الطبقة الخرائطية للعمران في الفترة 1917-



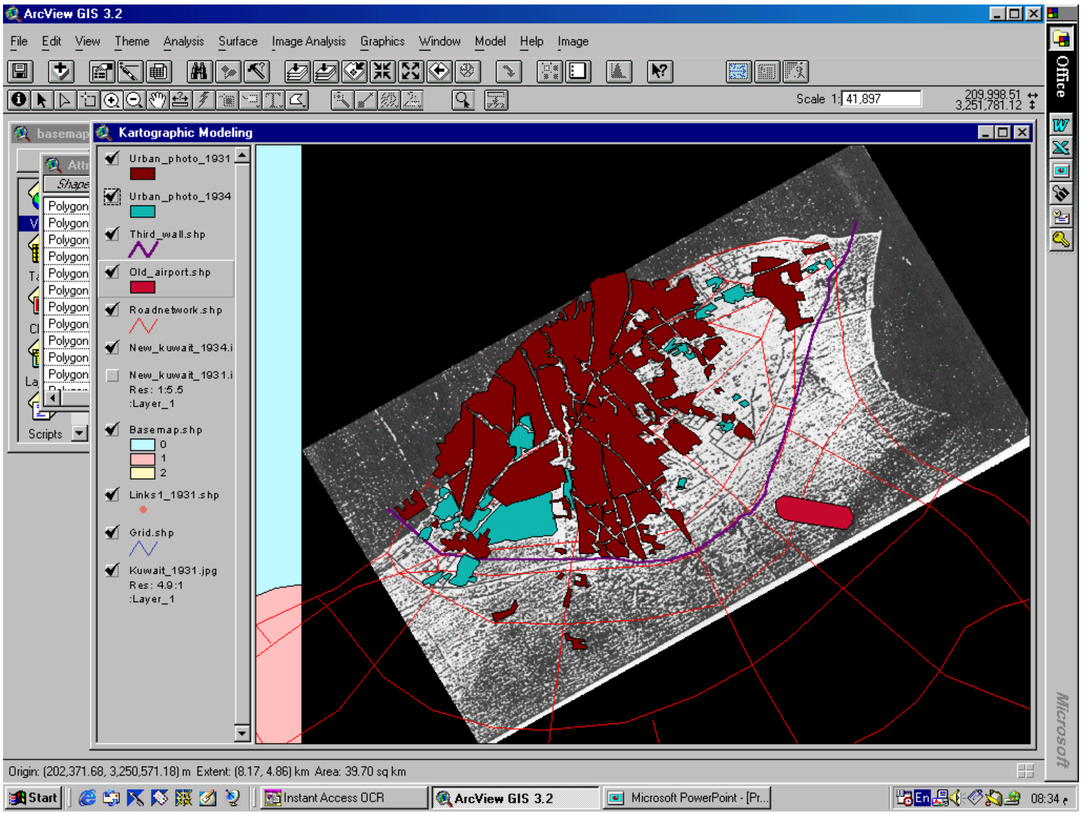
شكل (24): التصحيح الهندسي للصورة الجوية من عام



شكل (25): استحداث طبقة خرائطية للعمران عام 1931م

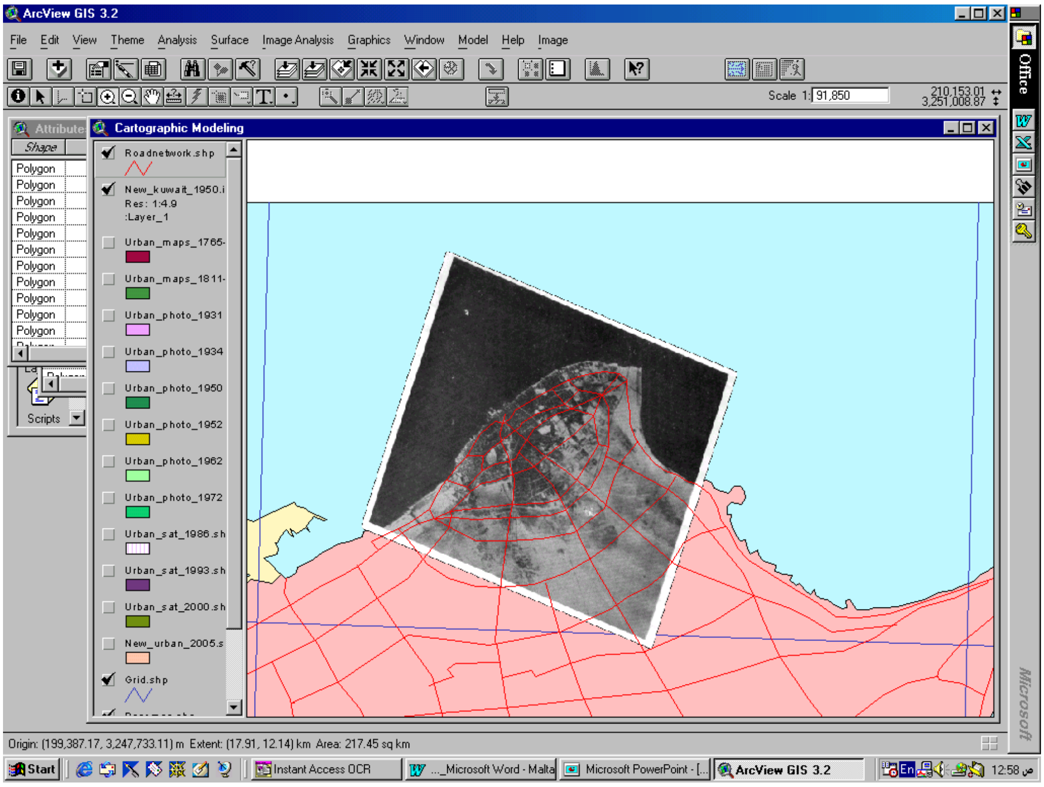


شكل (26): التصحيح الهندسي للصورة الجوية عام 1934م

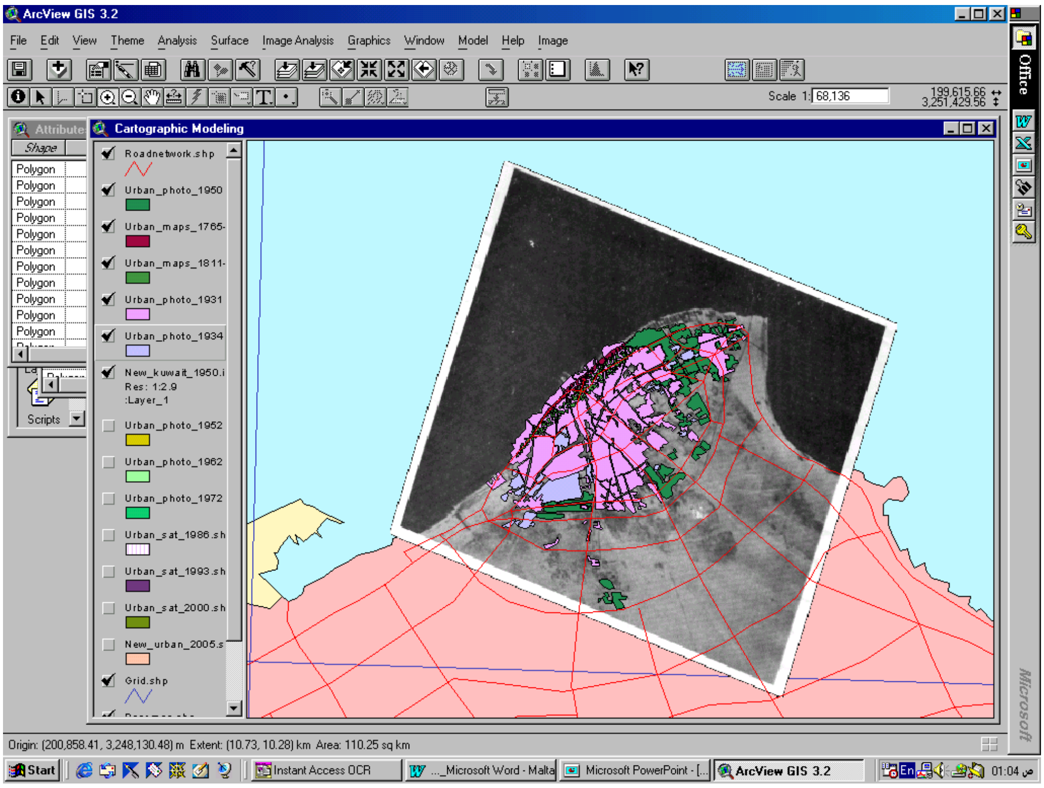


شكل (27): استحداث طبقة خرائطية للعمران عام 1934م

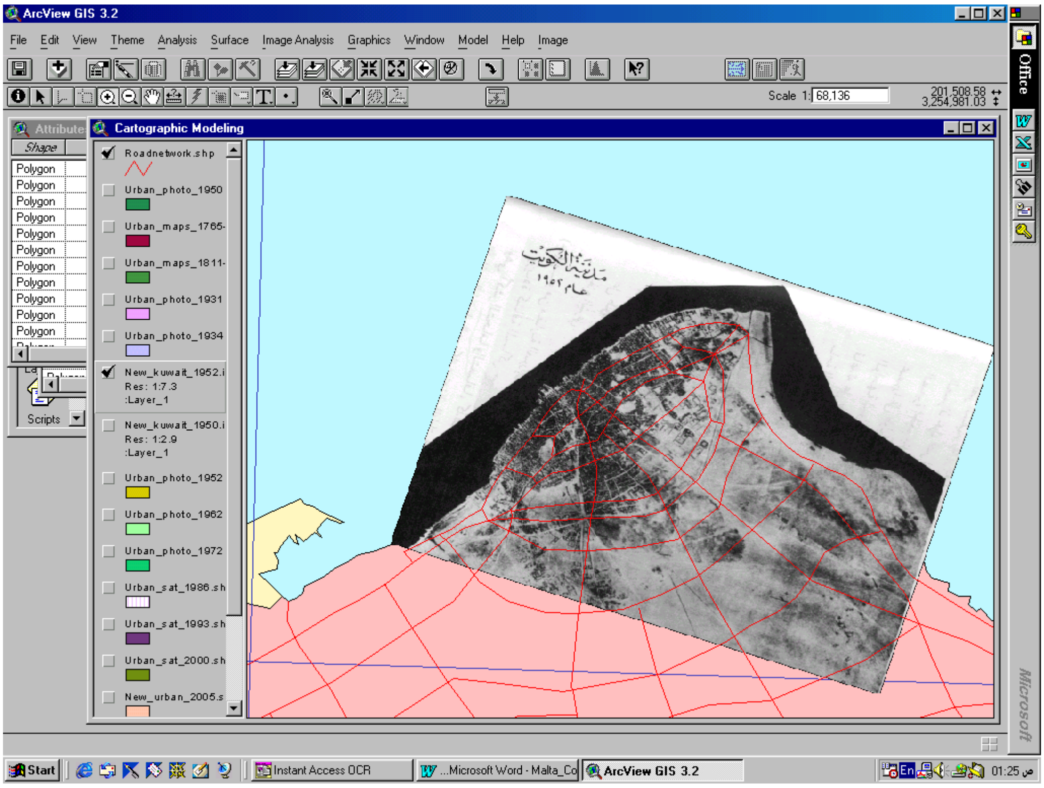
(العمران الجديد باللون الأزرق)



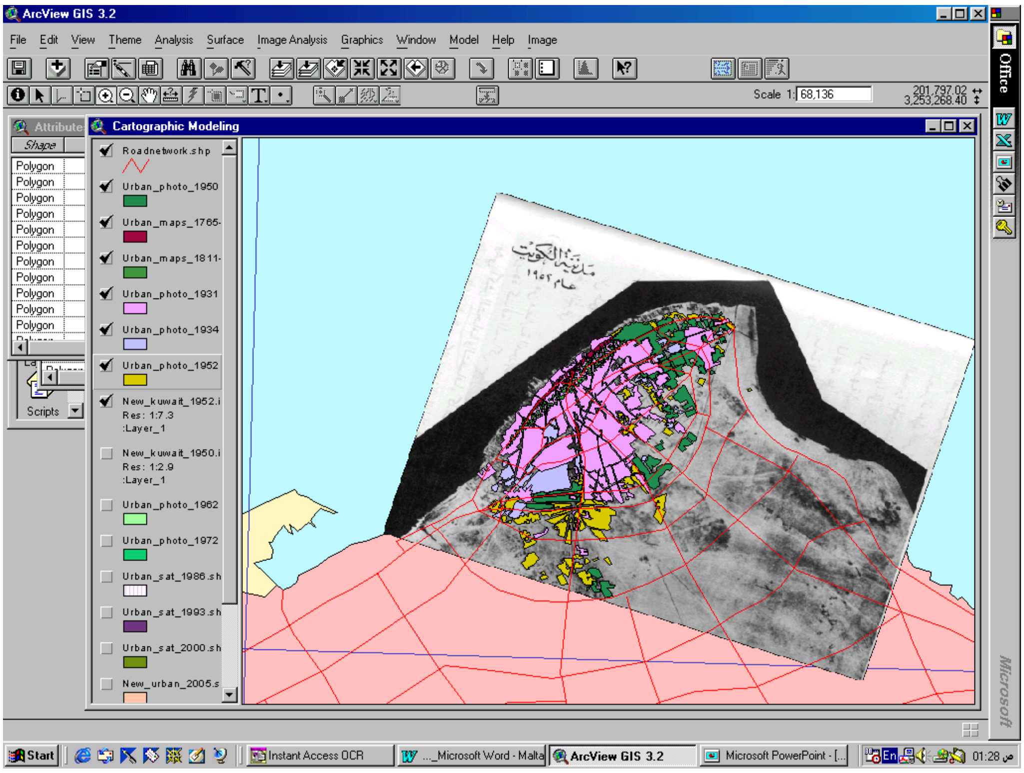
شكل (28): التصحيح الهندسي للصورة الجوية عام



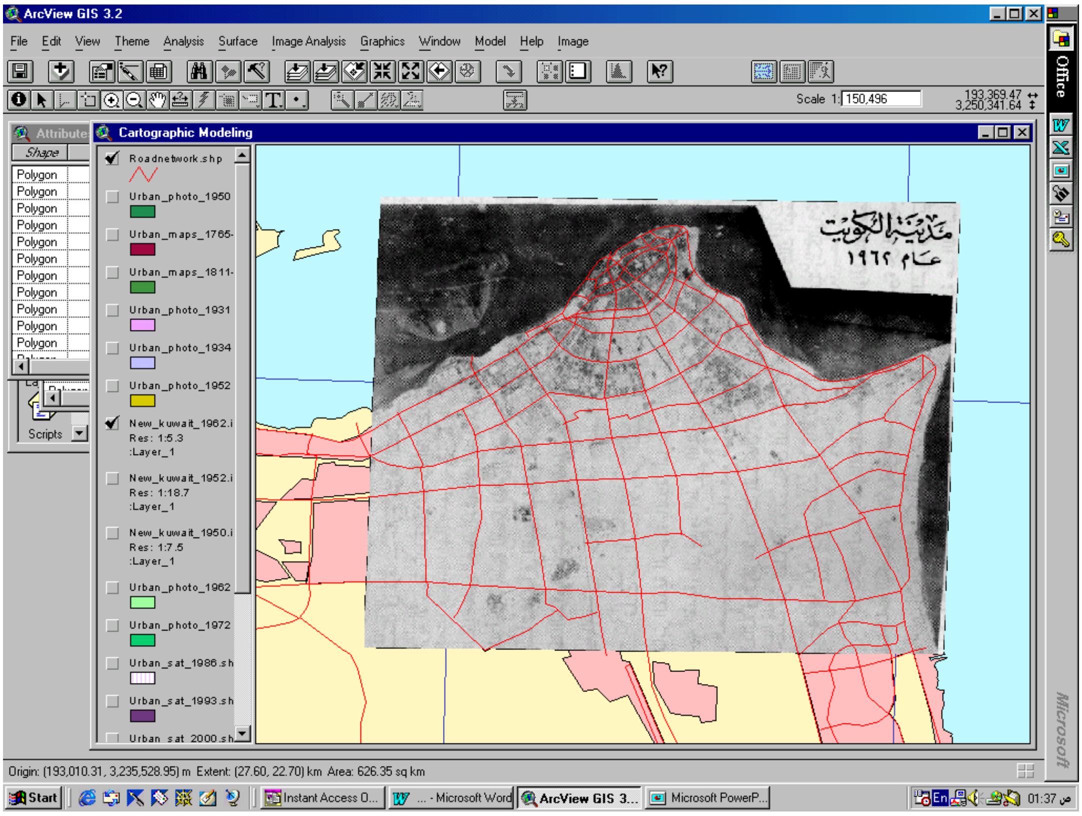
شكل (29): استخلاص الطبقة الخرائطية للعمران عام 1950م



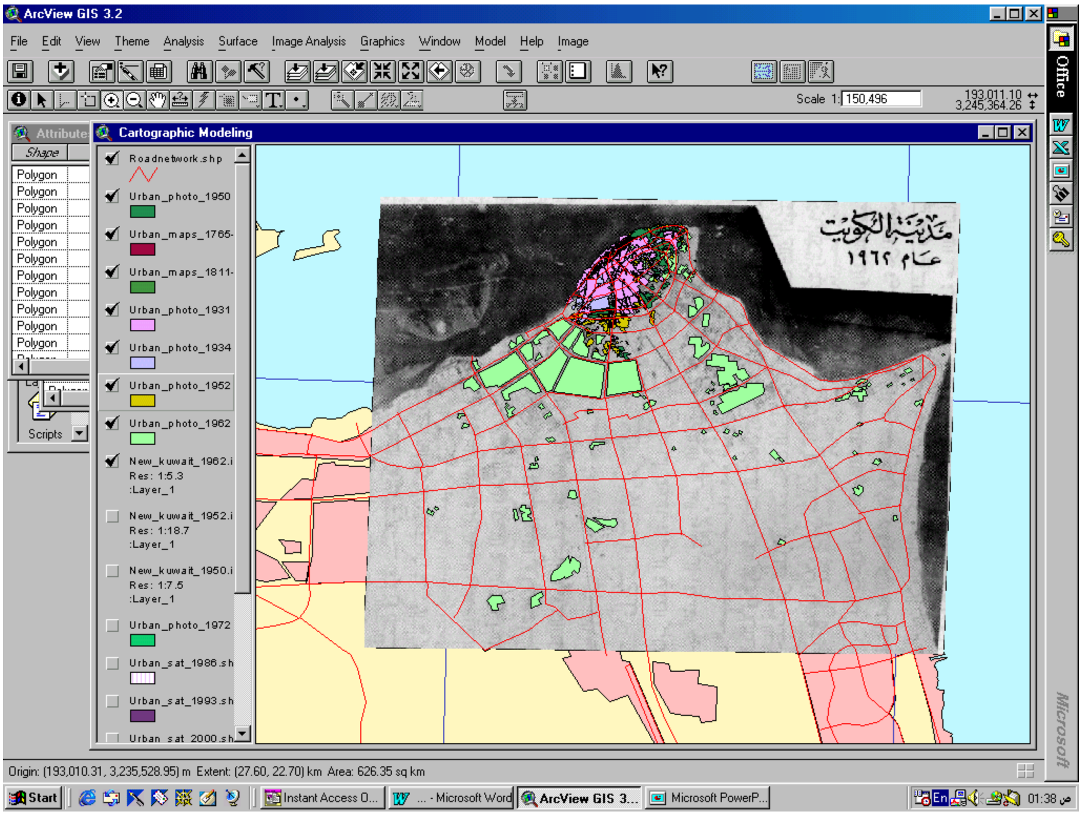
شكل (30): التصحيح الهندسي للصورة الجوية عام



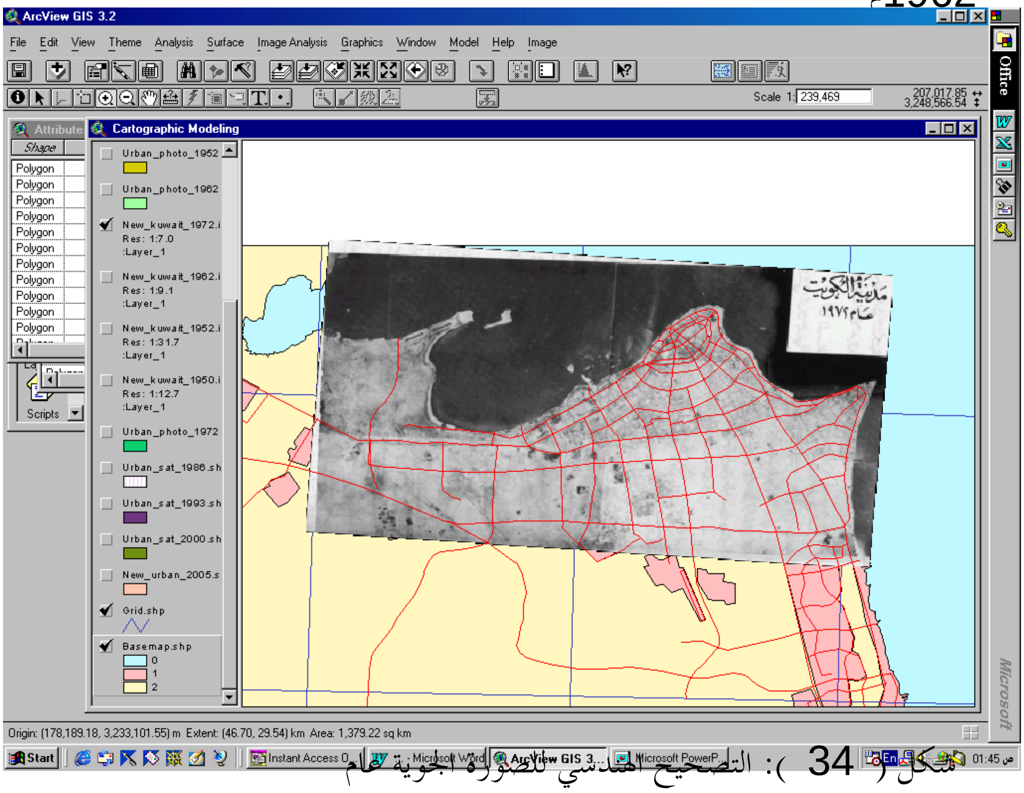
شكل (31): استخلاص الطبقة الخرائطية للعمران عام 1952م



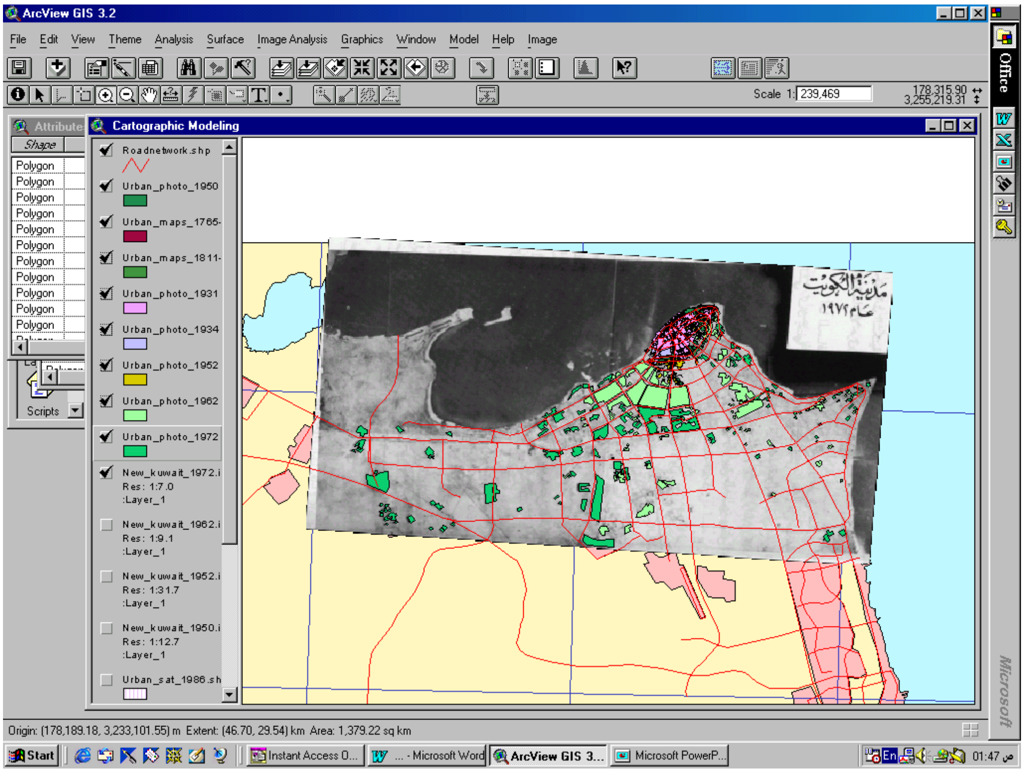
شكل (32): التصحيح الهندسي للصورة الجوية لعام 1962م



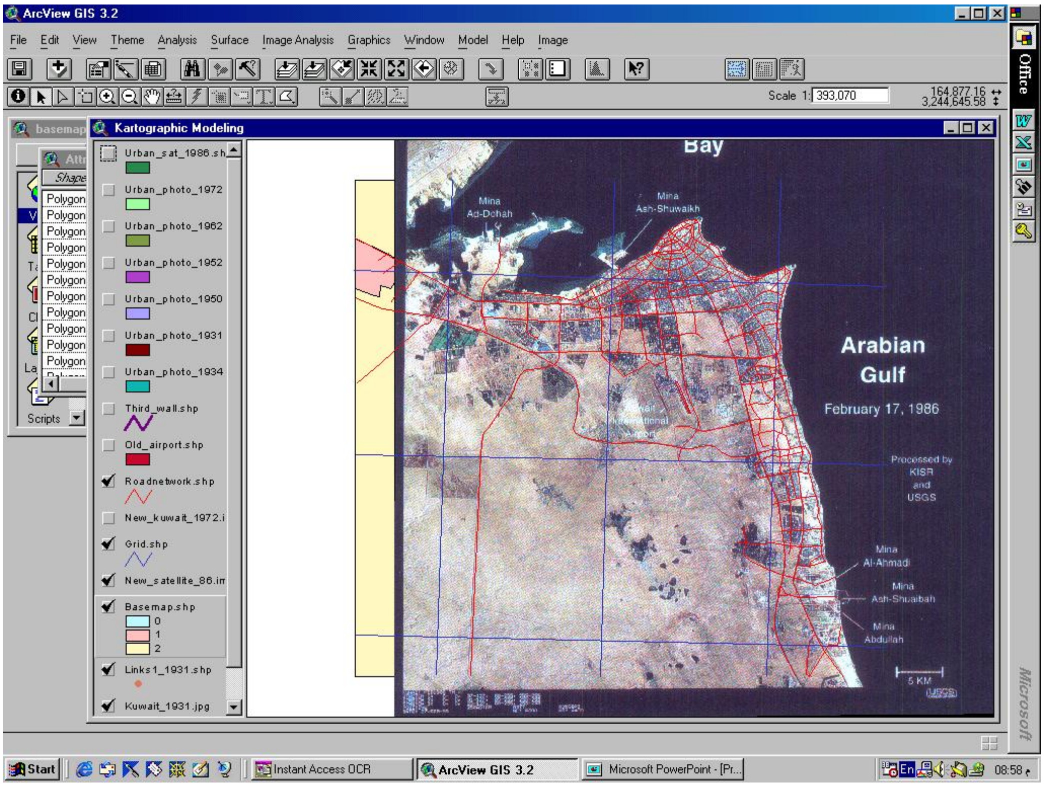
شكل (33): استخلاص الطبقة الخرائطية للعمران عام 1962م



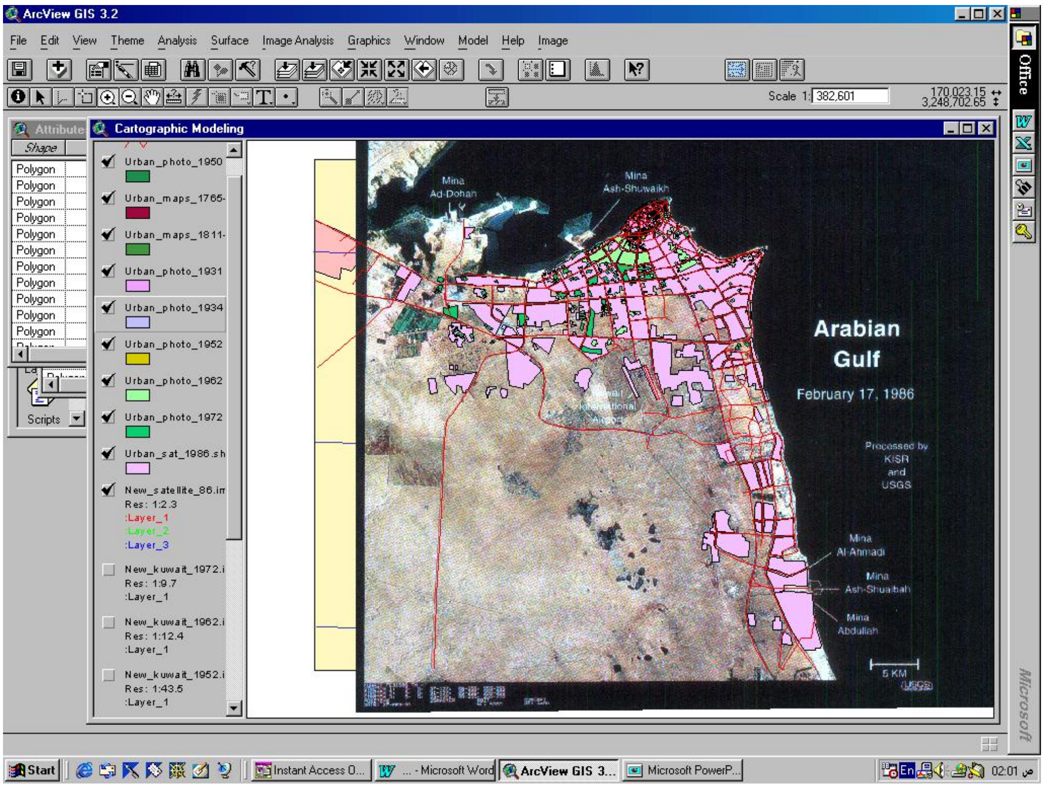
شكل (34): التصحيح الهندسي للصورة الجوية عام



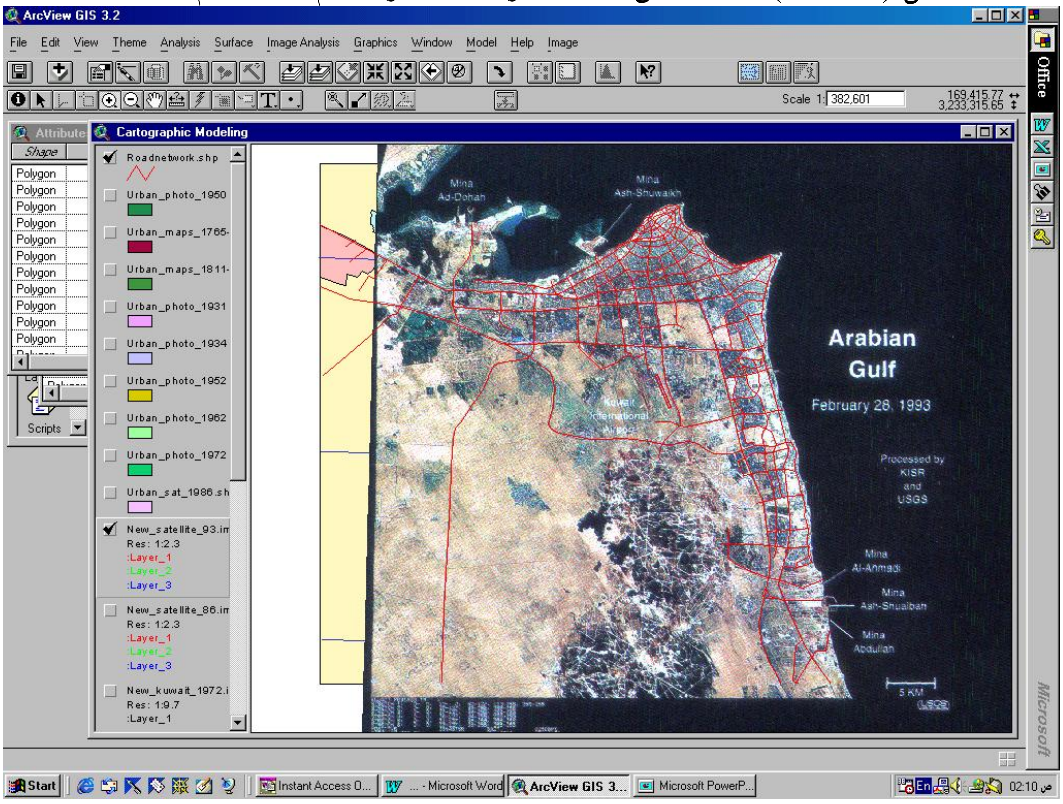
شكل (35): استخلاص الطبقة الخرائطية للعمران عام 1972م



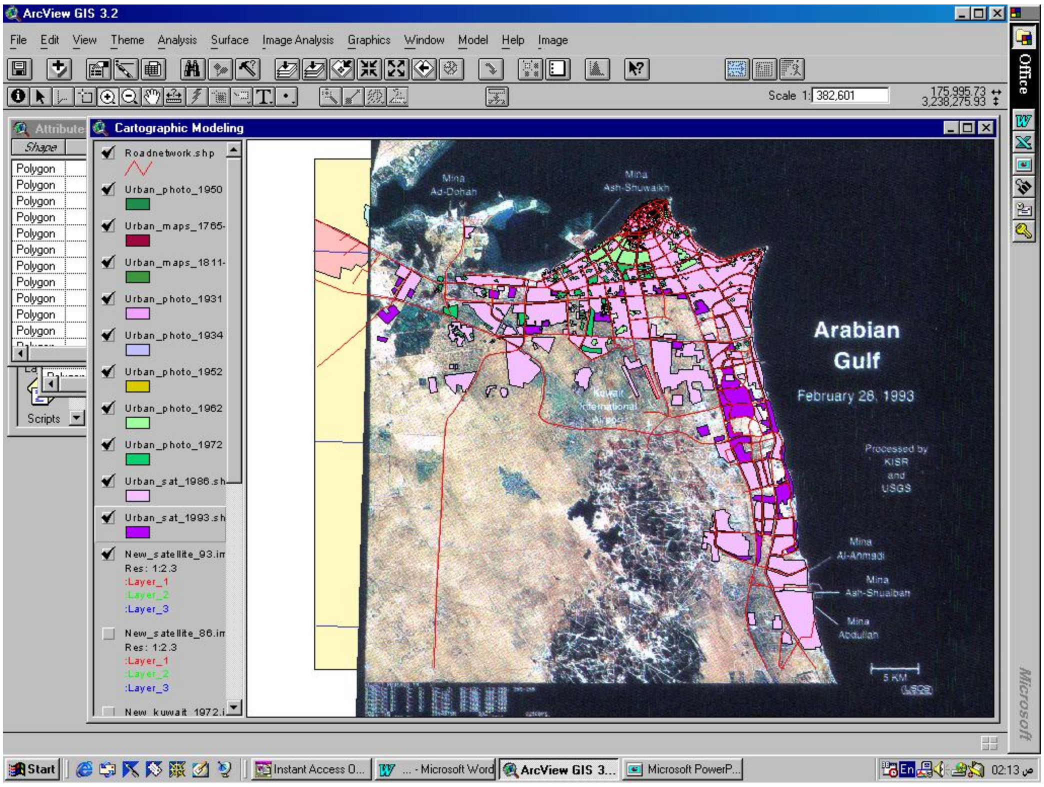
شكل (36): التصحيح الهندسي للمرئية الفضائية عام



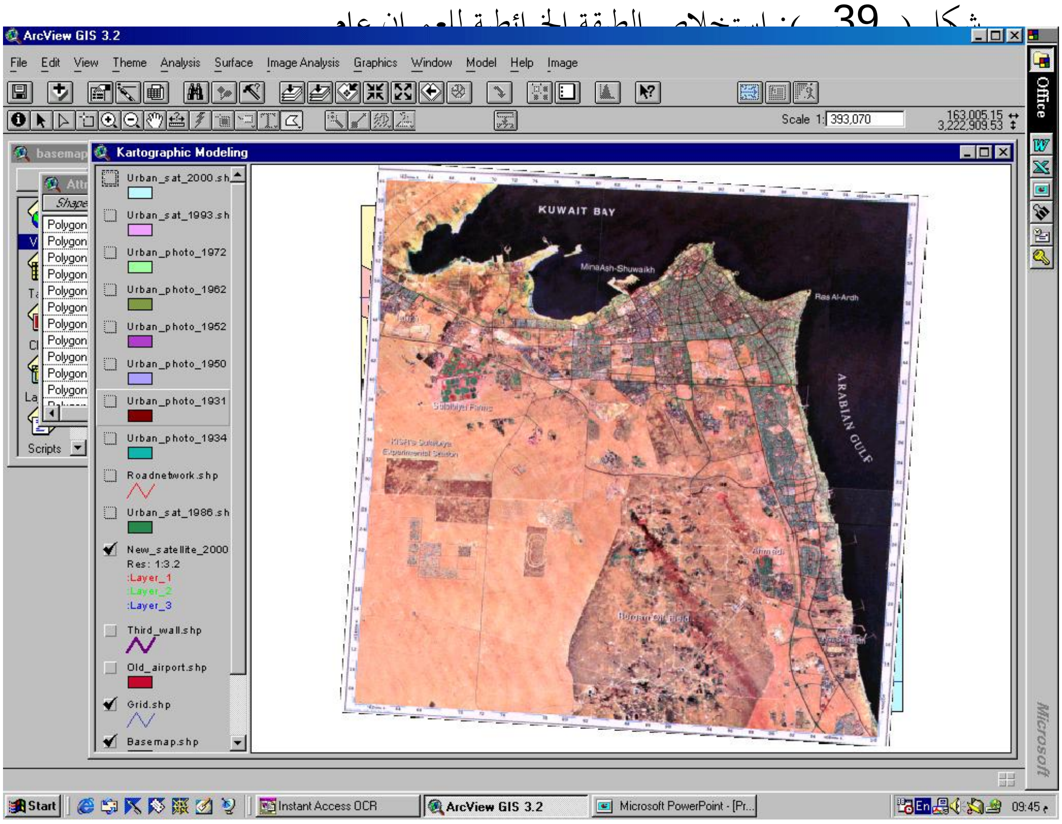
شكل (37): استخلاص الطبقة الخرائطية للعمران عام 1986م



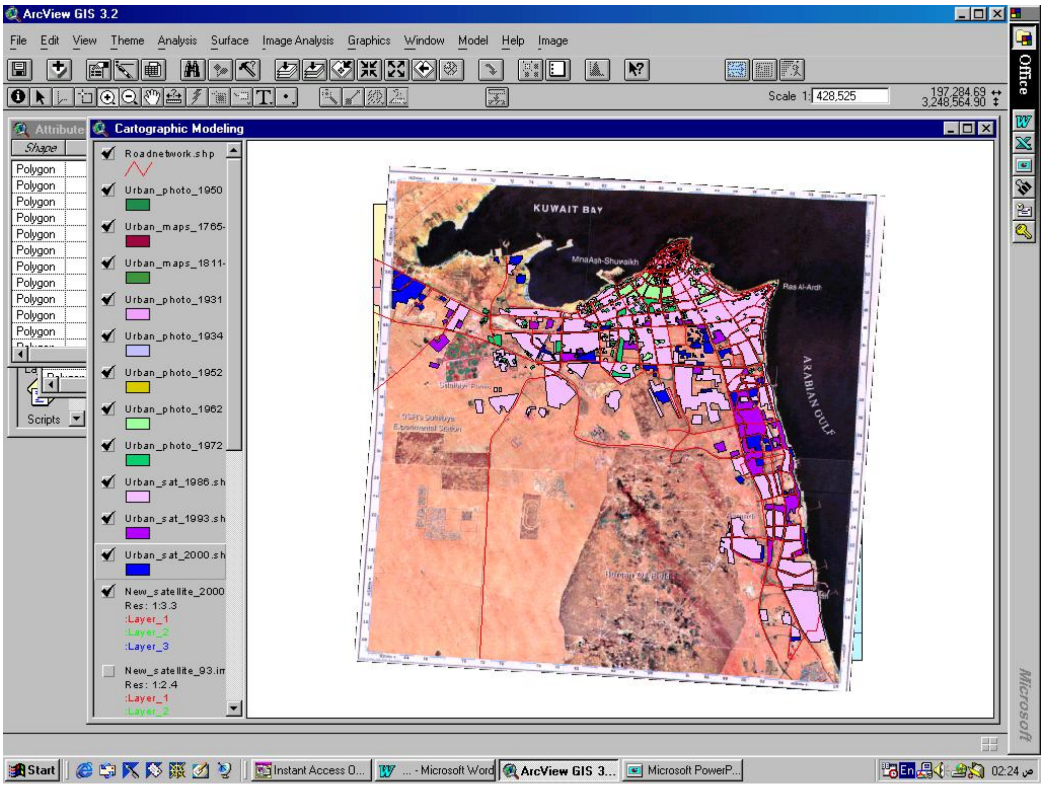
شكل (38): التصحيح الهندسي للمرئية الفضائية عام

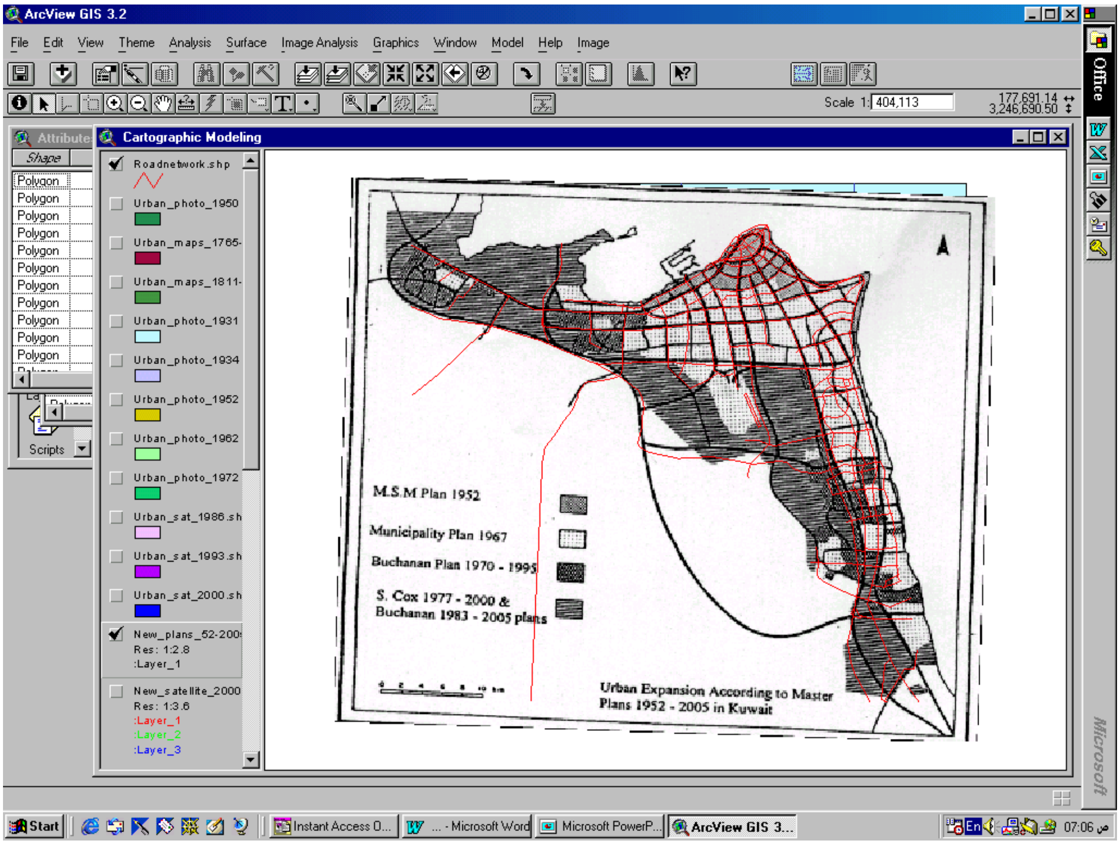


شكل (39): استخلاص الطبقة الخرائطية للعمران عام

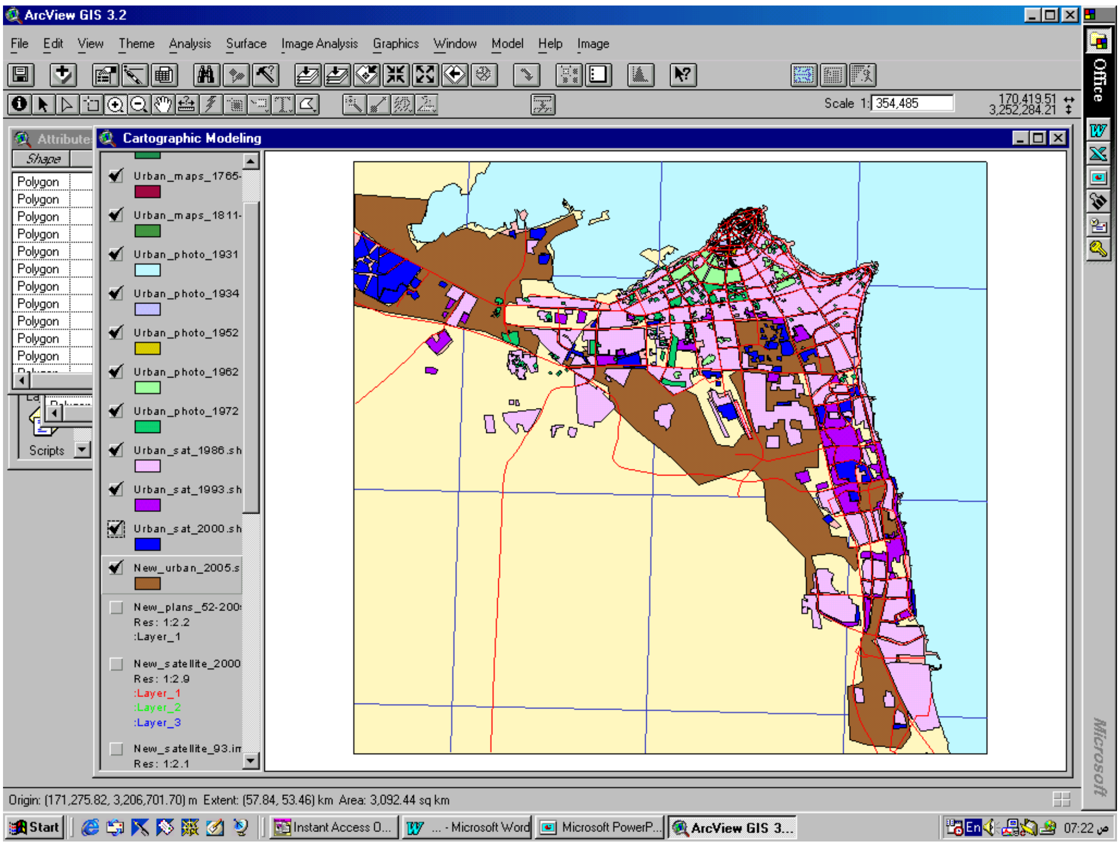


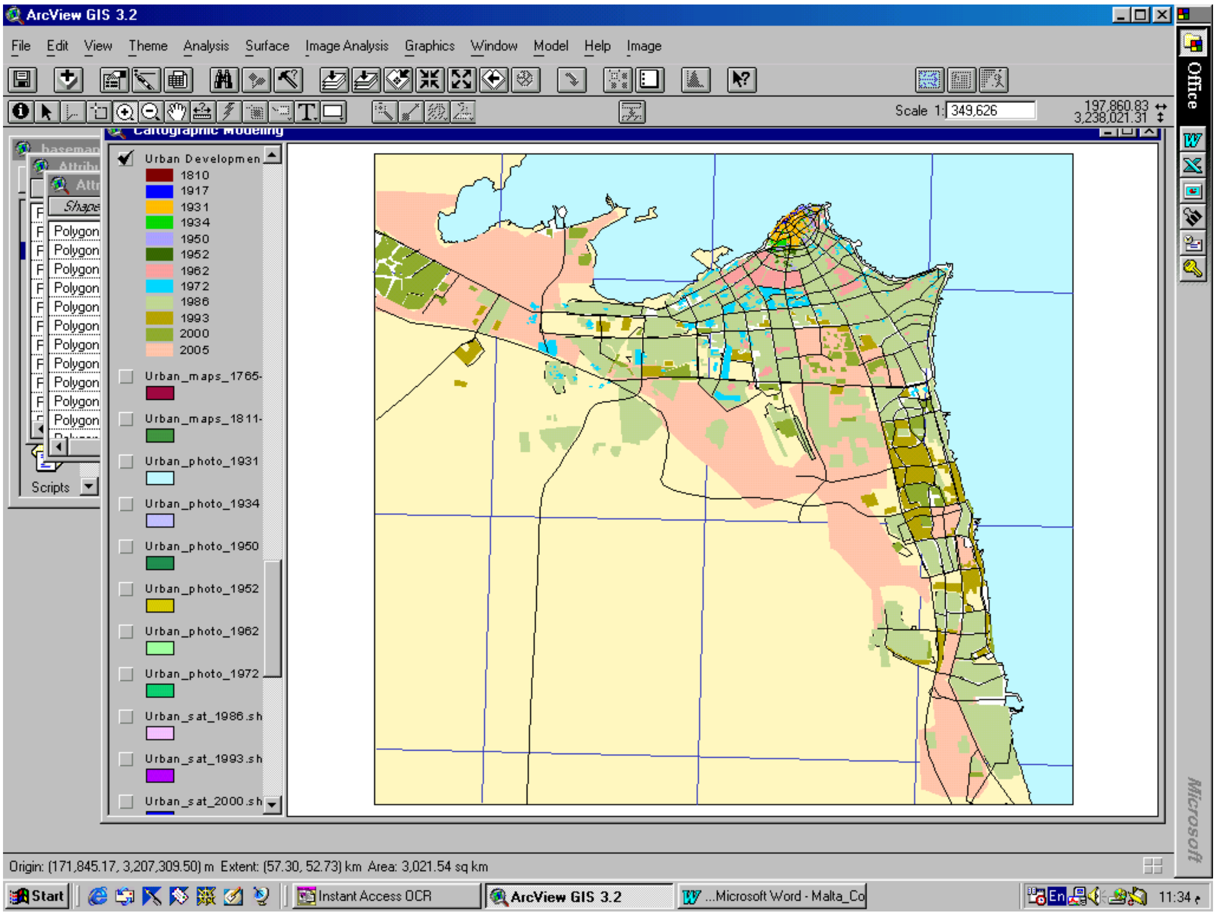
شكل (40): التصحيح الهندسي للمرئية الفضائية عام 2000م



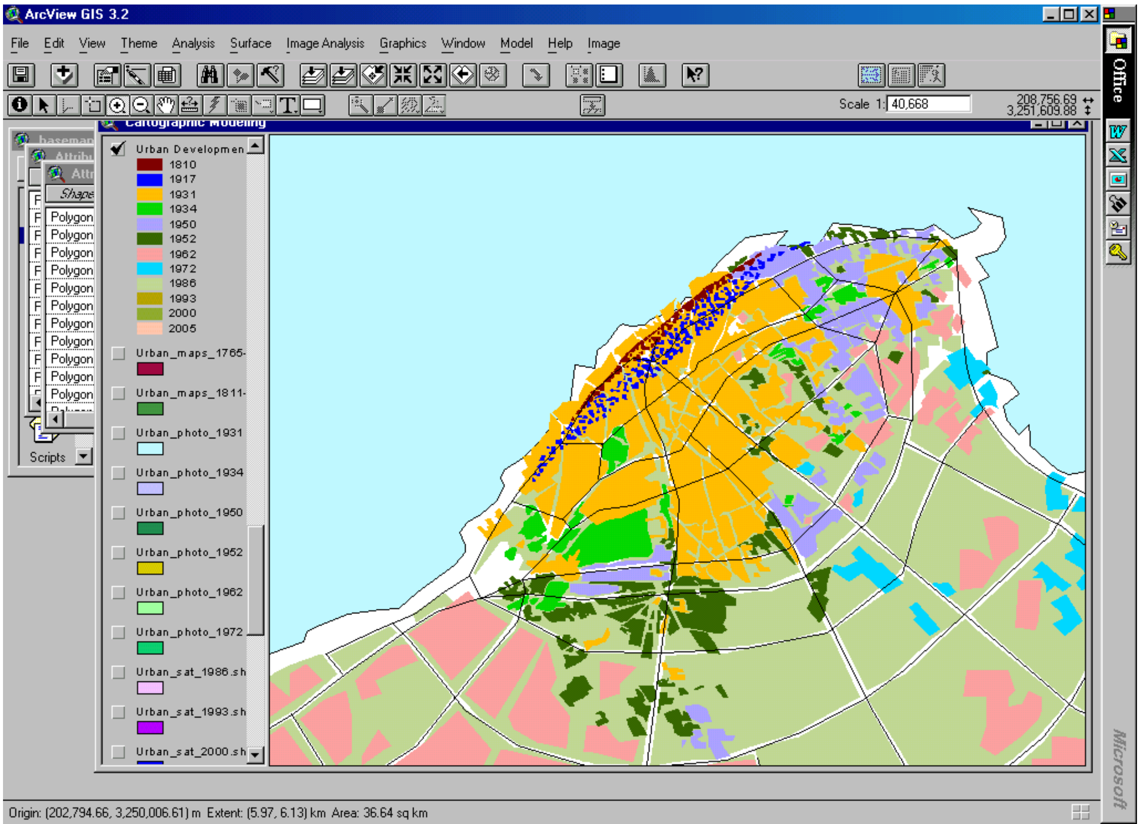


شكل (42): التصحيح الهندسي لخريطة المخططات العمرانية السابقة والمستقبلية

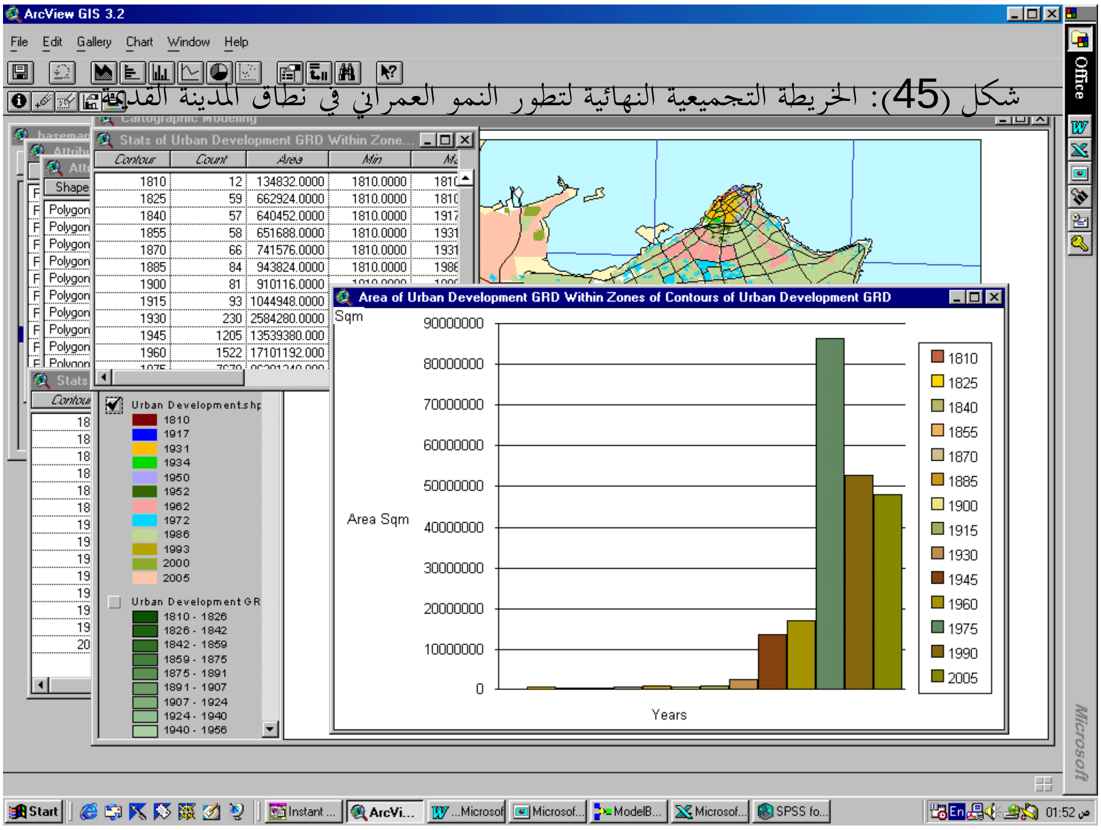




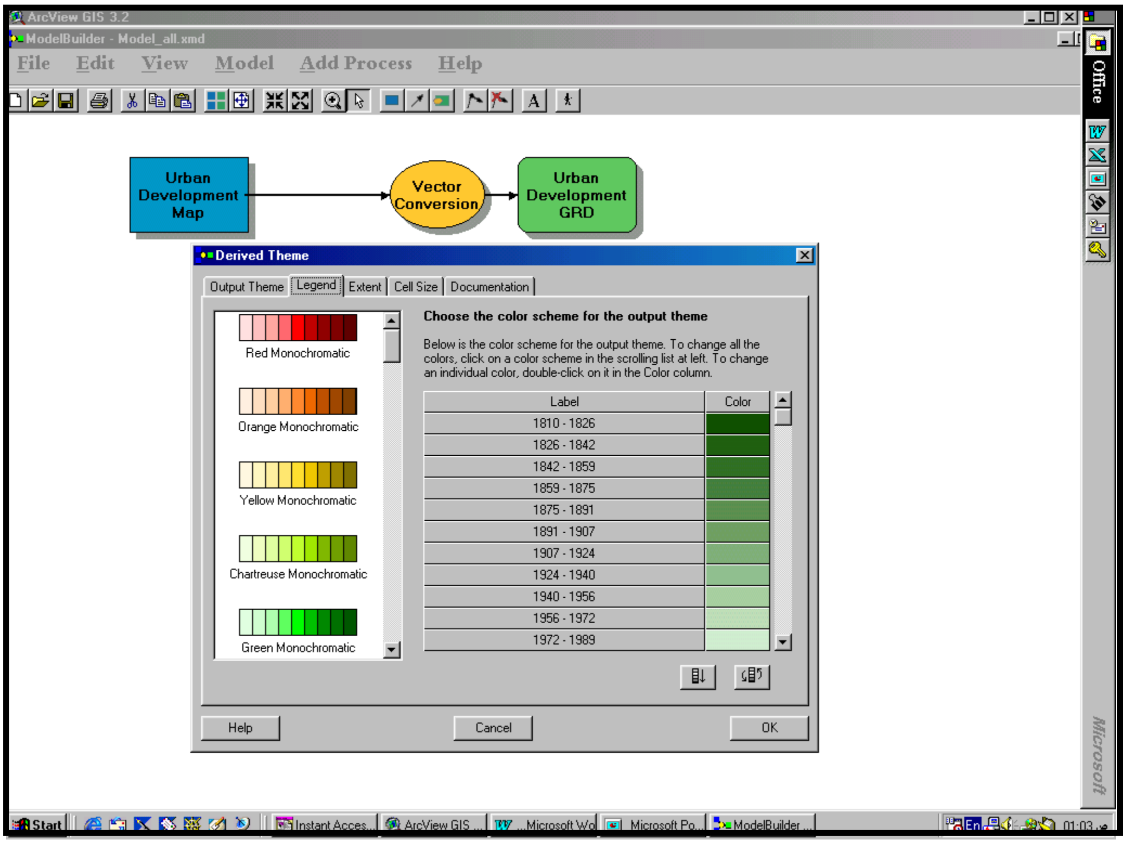
شكل (44): الخريطة التجميعية النهائية لتطور النمو العمراني في دولة الكويت



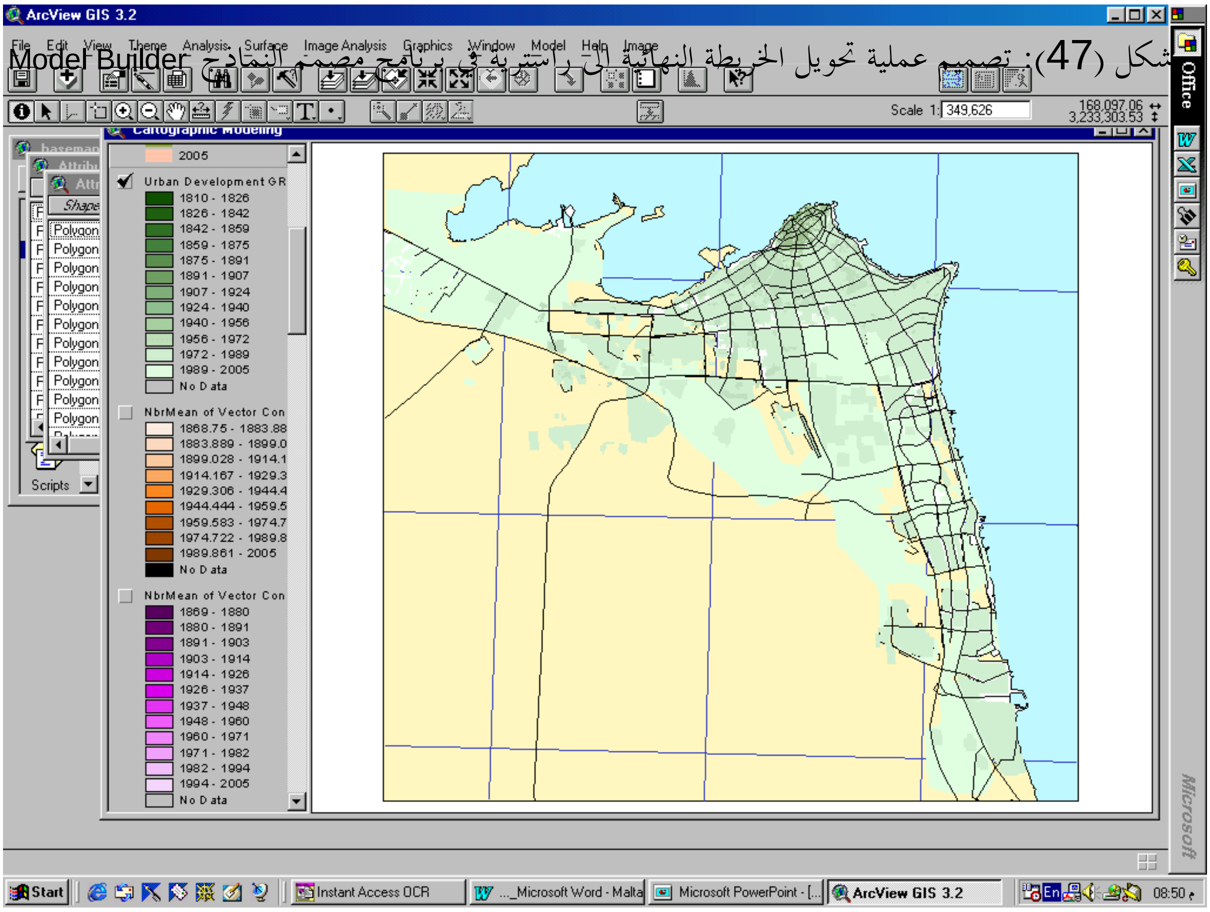
شكل (45): الخريطة التجميعية النهائية لتطور النمو العمراني في نطاق المدينة القديمة



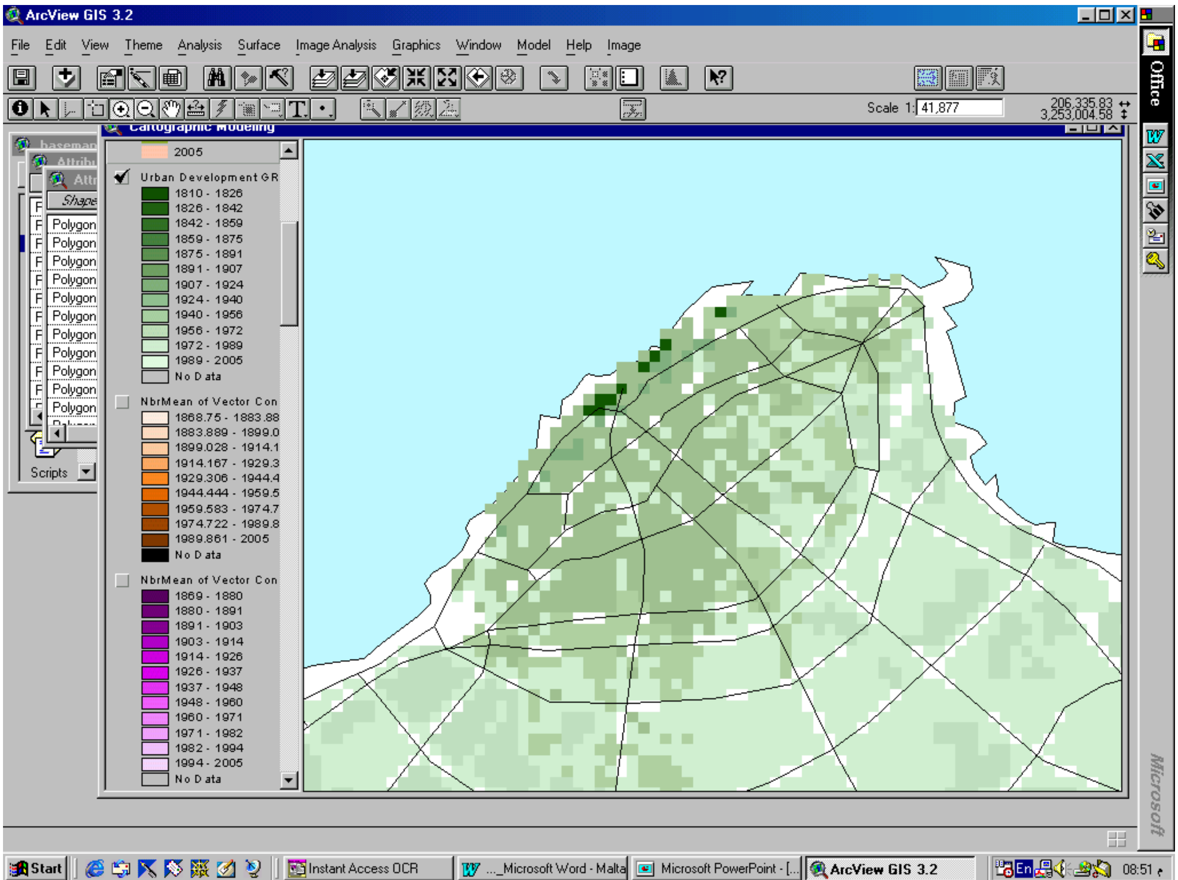
شكل (46): التمثيل البياني للمساحات العمرانية حسب الفترات الزمنية للنمو العمراني في الكويت

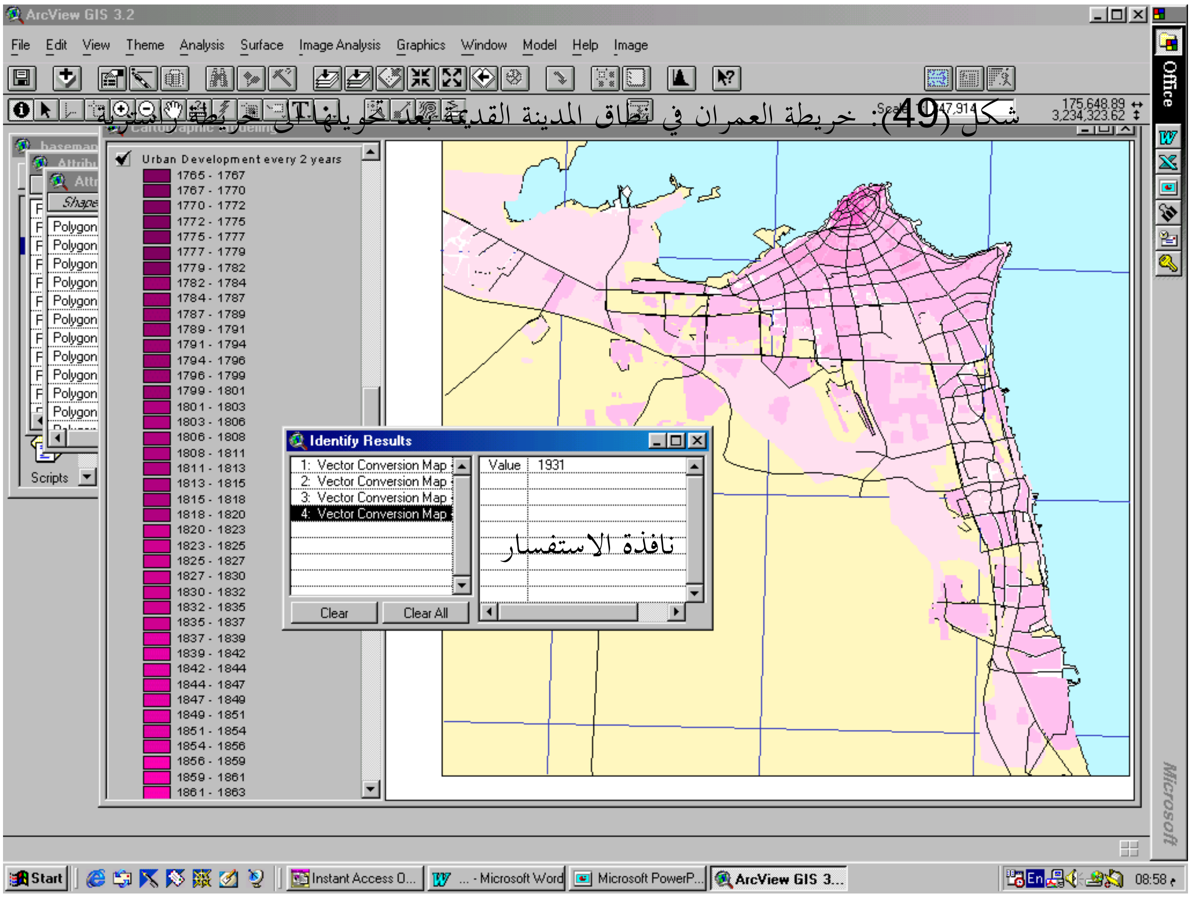


شكل (47): تصميم عملية تحويل الخريطة النهائية إلى راستيرية في برنامج مصمم النماذج Model Builder



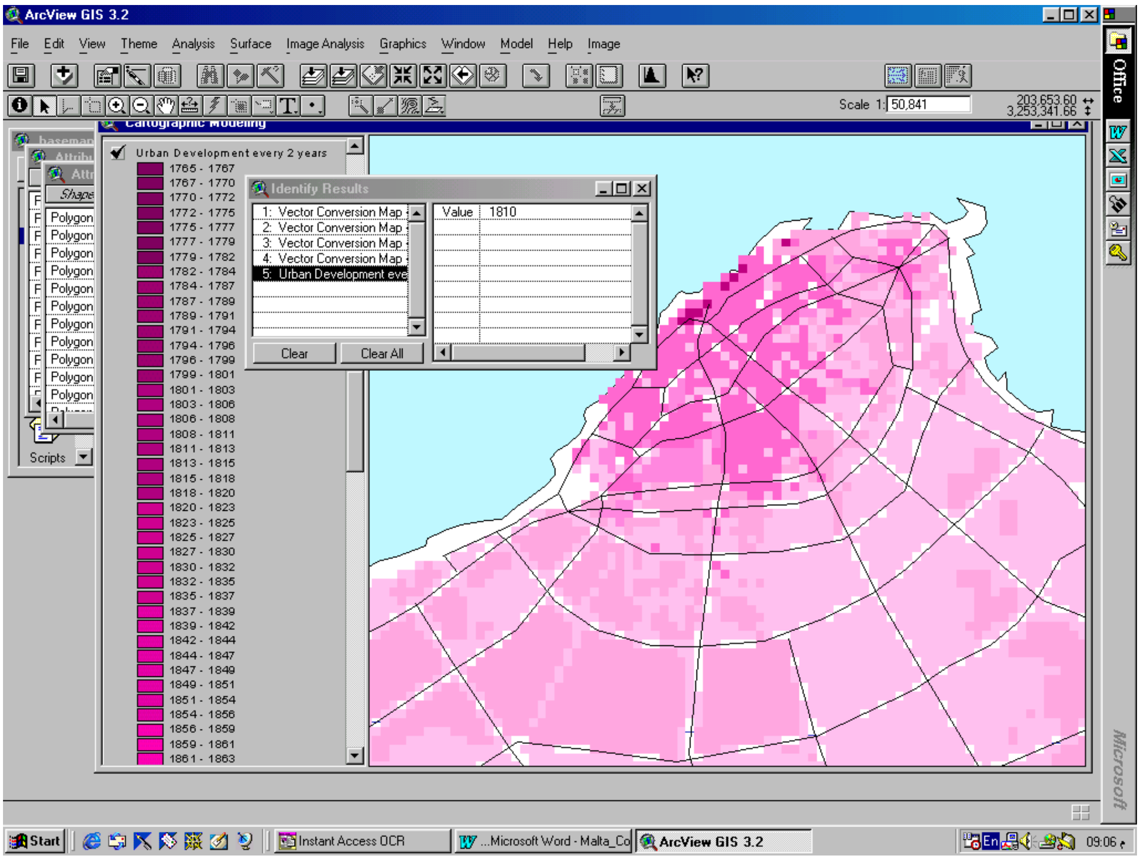
شكل (48): الخريطة النهائية للعمران في الكويت بعد تحويلها إلى خريطة راستيرية





شكل (49): خريطة العمران في نطاق المدينة القديمة بعد تحويلها الى خريطة راسترية

شكل (54): خريطة تطور النمو العمراني حسب فترات زمنية منتظمة (كل عامين) منذ نشأة



الفصل العاشر

التحليل المكاني لشبكة النقل الحضري في مدينة الكويت[1]

ملخـــــــص:

تعتبر دولة الكويت من الدول العربية النادرة التي اعتمدت على سلسلة من الخطط العمرانية المتعاقبة والهادفة إلى الرقي بالنطاق العمراني من حيث التوزيع المكاني المتوازن لاستخدامات الأراضي على منهجية استحداث ضواح سكنية راقية مخصصة للمواطنين بحيث توفر كل منطقة سكنية الخدمات الأساسية بشكل مستقل تتجمع في مركز الضاحية، أما الخدمات الصناعية والتجارية وغيرها فقد خُصصت لها مناطق تعتمد على العمالة الوافدة. وقد صاحب التطور الحضري بالمدينة إنشاء شبكة متقدمة من الطرق تعتمد على هيكلية واضحة تبدأ من الطرق السريعة بشكليها الدائري والإشعاعي، والطرق الرئيسية التي تفصل بين المناطق السكنية، والطرق الفرعية والثانوية داخل المناطق للربط بين قطع الأراضي داخل كل منطقة سكنية.

ومع التقدم الحضري ساهمت الدولة في توفير وسيلة مواصلات عامة على هيئة شبكة من النقل العام تشرف عليها شركة النقل العام الكويتية منذ بداية الستينيات، وهي تعتبر بذلك أولى دول الخليج العربي التي سعت إلى توفير وتطوير شبكة النقل العام داخل النطاق الحضري والتي نطلق عليها في الدراسة الحالية شبكة النقل الحضري، ولأهمية شبكة النقل الحضري بالنسبة للدراسات الجغرافية تم اختيارها للوقوف على الخصائص المكانية للشبكة من حيث التوزيع الجغرافي وعلاقة ذلك بالمناطق الحضرية والسكان.

وتشكل نظم التحليل المكاني الآلي التي تعتمد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية أحد أهم الوسائل البحثية المعاصرة والتي يمكن من خلالها الوصول إلى نتائج قد تفوق من حيث دقتها مثيلتها بالطرق التحليلية التقليدية . وستعتمد الدراسة الحالية على أسلوب التحليل المكاني لشبكة النقل الحضري في الكويت، وأيضاً على التحليل الكمي للوقوف على درجة

---

[1] هذه الدراسة من انتاج: أ.د. محمد الخزامي عزيز، ود. عجيل الظاهر، ومنشورة في مجلة جامعة دمشق للأداب والدراسات الانسانية، 2003، العدد، ..... ، ص.ص. ......

الترابط بين خطوط الشبكة من خلال تطبيق مؤشرات كمية مثل مؤشر بيتا، وجاما، وألفا، وقرينة الترابط.

مقدمــــــة:

يمثل النقل الحضري[1] في الدول المتقدمة أهمية كبيرة في كيان الحياة الحضرية بالمدن، وذلك لاعتماد نسبة كبيرة من السكان عليه بصورة منتظمة سواء في تنقلاتهم اليومية من المسكن إلى العمل أو التنقلات الأخرى، ولكن على العكس تماماً في دول الخليج العربي، ومنها دولة الكويت، حيث لاتشكل أية أهمية تذكر بالنسبة للمواطنين بسبب ارتفاع معدل امتلاك السيارات الخاصة بين المواطنين والتي تصل إلى معدل 2 سيارة لكل شخص[2] إلى جانب أسباب اجتماعية أخرى والذين تتعلق بعزوف نفسي لدي المواطنين لعدم الإقبال على استخدام سيارات النقل العام . وعليه تقتصر خدمات النقل الحضري على السكان الوافدين وخاصة العمالة الوافدة[3] ، والتي تصل نسبتهم إلى أكثر من 98% من مجموع مستخدمي سيارات النقل العام، وتبقى النسبة الضئيلة المتبقية للكويتيين والتي يستخدمونها في الحالات الطارئة فقط.

وحيث إن الفئة المستفيدة من خدمات النقل الحضري هى العمالة الوافدة والتي تشكل في الكويت أحد أهم مقومات دعائم الحركة الاقتصادية وخاصة التجارية اليومية، لذلك فهي جديرة بالدراسة، من حيث الوقوف عند الخصائص الكمية لشبكة النقل الحضري.

وتقتصر شبكة النقل الحضري في دولة الكويت على الحافلات التي تمتلكها شركة النقل العام الكويتية، أما سيارات الأجرة تحت الطلب (التاكسي) فتخضع في الكويت إلى نمط سيارات أجرة تحت الطلب فقط، أي لاتوجد في طرقات وشوارع المدينة سيارات الأجرة تحت الطلب تبحث عن ركاب مثل المدن الخليجية الأخرى، ولذلك يقتصر هذا النمط على فئة من السكان ذات الدخول المتوسطة والمرتفعة[4]، والتي تعتمد عليها في الحالات

[1] يقصد بالنقل الحضري هنا شبكة الحافلات والترام المخصصة لنقل الركاب في المدن والمعروفة باسم وسائل النقل العام.

[2] فاطمة العبد الرزاق، وسيلة النقل ورحلة العمل اليومية – دراسة جغرافية تحليلية، 2002، ص ص 115-166.

[3] هى فئة من السكان الوافدين ذوي الدخول المحدودة ولاتمتلك غالباً سيارات خاصة.

[4] تصل تكلفة التنقل بسيارات الأجرة إلى عشرة أضعاف تذكرة الحافلة، وتزيد كلما زادت المسافة في مقابل ثبات تذكرة الحافلة.

الطارئة فقط، أي لاتعتبر وسيلة نقل أساسية بل احتياطية. وعليه تركز الدراسة الحالية على شبكة النقل الحضري المتمثلة في الحافلات.

وقد أُنشئت شركة النقل العام الكويتية بموجب المرسوم الأميري رقم 60 لسنة 1962 باسم "شركة المواصلات الكويتية"، حيث كانت أسهمها موزعة بين الحكومة والأفراد، وبناءً على المرسوم الأميري رقم 34 لسنة 1980 أصبحت الشركة مملوكة للدولة، وتم تغيير اسم الشركة عام 1985 إلى " شركة النقل العام الكويتية ". ولم يقتصر دور شركة النقل العام في الكويت على شبكة الحافلات التقليدية المعروفة باسم "خدمة نقل ركاب خطوط النقل العام" بل اتسع أيضاً لتقديم خدمات متنوعة [5] مثل خدمة نقل طلبة وزارة التربية، وخدمة النقول الجماعي للوزارات والمؤسسات العامة، وأيضاً خدمات النقل البحري بالتعاون مع شركة المشروعات السياحية، هذا بالإضافة إلى خدمات خارج الكويت مثل خدمات نقل الحجاج والمعتمرين، ولم يقتصر دورها على خدمات نقل الركاب فحسب، بل امتد إلى تقديم خدمات صيانة المركبات المملوكة لوزارات وهيئات الدولة. ونظراً لأهمية خدمة نقل ركاب خطوط الحافلات المنتظمة فان الدراسة الحالية سوف تركز على هذا الجانب.

وتلعب تقنية نظم المعلومات الجغرافية دوراً متميزاً في دراسة الخصائص الكمية للنقل العام أو المعروف باسم النقل الحضري Urban Transportation، وخاصة في مجال التحليل المكاني Spatial Analysis لمسارات الشبكة وإبراز العلاقة المكانية بين التوزيع الجغرافي للشبكة، وبين مناطق التوزيع الجغرافي للسكان، وكذلك التوزيع الجغرافي لمناطق الجذب الرئيسية للحركة اليومية كالمناطق الصناعية في المدن، والمناطق التجارية، والترفيهية، وغيرها.

وتسعى الدراسة الحالية إلى تطبيق تقنية نظم المعلومات الجغرافية في استخلاص العلاقات المكانية بين مسار الشبكة وبين التوزيع الجغرافي للسكان، وكذلك مراكز الجذب الرئيسية لمستخدمي شبكة النقل الحضري في الكويت وتمثيل ذلك على خرائط.

الدراسات السابقة:

[5] شركة النقل العام الكويتية، التقرير الإحصائي السنوي، 1999، ص 9.

عالمياً برزت أهمية النقل الحضري في مطلع الخمسينيات، حيث قامت اللجنة القومية الأمريكية للنقل الحضري في عام 1954م بتقديم عدة دراسات لتطوير شبكات النقل الحضري في عدد من المدن الأمريكية، وتلتها جهود البلديات في تطوير شبكات نقل حضرية ومنها جهود جمعية البلديات الأمريكية عام 1964[6] إلى تطوير خطط النقل الحضري.

وجغرافياً ظهر العديد من الدراسات العالمية التي تعالج الجوانب التحليلية للنقل الحضري، ويعدّ كتاب هاموند وماك كولاف Hammond & McCullagh, 1974 أول مرجع جغرافي يضع أسس وتقنيات التحليل الكمي في الجغرا فيا، حيث لعب دوراً كبيراً في وضع لبنة علمية في مجال تحليل شبكات النقل الحضري، ودراسة كانافاني Kanafani, 1983 ركزت على منهجيات التحليل الكمي لشبكة النقل الحضري، ودراسة ماير وميلر Meyer & Miller, 1984 والتي أسهمت في دعم أساليب تخطيط النقل الحضري من خلال وضع منهجية واضحة لمعايير اتخاذ القرار لغرض تطوير خطط النقل الحضري، والتي تعتمد في الغالب على التحليل المكاني للمعلومات السكانية واستخدامات الأراضي في المدن.

ومنذ أن بدأت تقنية نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة متقدمة في مجال التحليل المكاني الآلي لم تقف الدراسات الجغرافية المتعلقة بالنقل الحضري بعيداً عنها حيث جاءت العديد من الدراسات التطبيقية في هذا المجال الهام وفي مقدمتها دليل المستخدمين في تحليل شبكات النقل باستخدام أجهزة الحاسب الآلي والذي قدمه معهد اسري ESRI, 1992 [7] ، وقد اعتمد الدليل على جهود هويل ونوليس Hoyle & Knowles, 1992 المتمثلة في وضع أساسيات تحليل النقل الحضري الحديث في الدراسات الجغرافية . وتعتبر دراسة مكتب النقل في ولاية فلوريدا FDOT, 1995 أحد أهم الدراسات التطبيقية التي تعتمد على نظم المعلومات الجغرافية في تصميم وتنفيذ أسلوب مسح ميداني وتحليل مكا ني لشبكة النقل الحضري في مدن الولاية، وأيضاً دراسة شاو و داس Shaw & Dass, 2002 والتي اعتمدت على نظم المعلومات الجغرافية في تحليل المتغيرات الجغرافية في خصائص النقل الحضري .

---

(6) The American Municipal Association, 1964

(7) يعتبر معهد اسري Environmental Systems Research Institute (ESRI) من أهم منتجي برامج نظم المعلومات الجغرافية في العالم والتي تستخدم في مجالات عديدة منها النقل الحضري.

ويُعتبر استصدار مجلة النقل العام Journal of Public Transportation[8] من أهم دعائم البحث العلمي الجغرافي التطبيقي لنظم المعلومات الجغرافية في مجال النقل العام، هذا إلى جانب عقد ندوات ومؤتمرات عالمية[9] تتعلق بالدراسات المتخصصة في تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في النقل الحضري.

وعلى المستوى العربي ظهرت العديد من الدراسات الجغرافية المتعلقة بشبكة النقل منها دراسة صلاح عبد الجابر عيسى (1986) حول التحليل الكمي لشبكة الطرق البرية بين مدن محافظة المنوفية في مصر، والتي لم تتعرض إلى شبكة النقل الحضري، إلا أن المنهج الكمي المستخدم في تحليل خصائص شبكة النقل الإقليمي يمثل أهمية مرجعية للدراسة الحالية، وتعتبر دراسة سعيد عبده (1988) من أهم الدراسات الأصولية في مجال التحليل الكمي لشبكات النقل من منظور جغرافي، ودراسته الأخرى (1989) تمثل تطبيقاً للمنهج التحليلي على شبكة الطرق البرية بين المدن الرئيسية في دولة الإمارات العربية المتحدة. ودراسة جعفر الشايقي (1990) تبرز أهمية الاستخدام التطبيقي للمنهج الشبكي في الدراسات الجغرافية لاسيما في جغرافية النقل، وذلك على شبكة الطرق البرية في منطقة المدينة المنورة . ودراسة فايز غراب (1993) حول شبكة الطرق البرية المرصوفة في محافظة كفر الشيخ في مصر فقد اعتمدت على المعايير الكمية في تصنيف عناصر الشبكة على أساس هرمي وتحديد نمط استخدامها الحضري.

ومن أهم الدراسات الكارتوجرافية في مجال النقل الحضري تأتي دراسة محمد إبراهيم رمضان (1995) حول التمثيل الكارتوجرافي لمسافات الطرق البرية الحقيقية ومدلولاتها الجغرافية، ويعتبر كتاب صفوح خير (1990) حول البحث الجغرافي مناهجه وأساليبه من أهم الأسس المرجعية في الجغرافيا الكمية والذي يسهم في دعم البحث العلمي الجغرافي بالمناهج البحثية خاصة الكمية منها، حيث احتوى على جانب هام من جوانب التحليل الكمي للشبكات الخطية. وتلعب دراسة نجاح القرعاوي (1996) دوراً هاماً في مجال

---

[8] يصدرها مركز دراسات بحوث النقل الحضري في جامعة جنوب فلوريدا National Center for Transit Research, University of South Florida, www.nctr.usf.edu.

[9] من أهمها سلسلة المؤتمرات التي تنظمها جامعة كاليفورنيا University of California, Conferences GIS in Transportation.

التحليل الكمي لشبكات النقل البري حيث ركزت في أطروحتها على شبكة الطرق البرية في المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية . وتمثل دراسة عبد الله الطرزي (1996) نمطاً تطبيقياً آخر حول استخدام المنهج الكمي التحليلي على شبكة النقل البري في منطقة الباطنة بسلطنة عُمان.

وعلى المستوى المحلي في دولة الكويت تعددت الدراسات الجغرافية وغير الجغرافية المتعلقة بشبكة النقل، وأقدمها دراسة طيبة المرزوق (1977) حول العلاقة بين النمو العمراني ونظام المرور في الكويت، حيث قدمت دراسة تحليلية للخطط العمرانية التي وضعها خبراء بهدف مواكبة النمو العمراني في الكويت وتوضيح المراحل المختلفة التي مرت بها شبكة الطرق الحضرية في الكويت ونظم المرور المتعلقة بها. وفي عام 1978 قامت بلدية الكويت Kuwait Municipality, 1978 بإعداد دراسة حول سبل المواصلات في دولة الكويت، حيث اهتمت بتقييم أوضاع خدمات النقل العام وبخاصة في مجال الخطوط وأعداد الركاب والحافلات والجوانب الإدارية الأخرى وغيرها. وقد نتج عن هذه الدراسة طرح استراتيجيات تهدف إلى تنمية وتطوير سبل النقل العام في الكويت من خلال إنشاء شبكة من الطرق السريعة ومحطات الركاب.

ودراسة عبد الوهاب الهارون وعبد الإله أبوعياش (1980) حول نظام النقل العام والخدمات الترويحية في الكويت، والتي تمثل أول دراسة ميدانية تربط وسيلة النقل العام بالمواقع الجغرافية للخدمات الترفيهية ، ولأهمية النقل العام في دولة الكويت نظمت شركة المواصلات الكويتية بالتعاون مع مؤسسة الكويت للتقدم العلمي (1981) ندوة حول تطوير النقل العام بالكويت من خلال التكامل في الأداء بين جهات حكومية عديدة في البلاد. وفي عام 1983 قامت مجموعة نوركونسالت Norconsult, 1983 بالتعاون مع مجموعة بيوكانن بإجراء دراسة للنقل العام بالكويت تهدف إلى تطوير خدمات شبكة النقل العام من خلال الوقوف عند السلبيات ووضع حلول لمعالجتها . وفي هذا الاتجاه جاءت دراسة عبد الوهاب الهارون وعبد الإله أبوعياش (1986) حول التخطيط للنقل العام، حيث ركزت على إبراز العوامل المختلفة التي ترتكز عليها الخطط المعاصرة لتطوير شبكات النقل العام. ومن الدراسات الجغرافية المتميزة دراسة غانم سلطان (1986)

حول تطور العمران في دولة الكويت وأثره على تطور شبكة الطرق وحركة النقل، وقد كانت الدراسات الجغرافية في دولة الكويت بعيدةً عن جغرافية النقل العام إلى أن جاءت دراسة فاطمة العبد الرزاق (2002) التي ركزت فيها على التحليل الكمي لوسيلة النقل ورحلة العمل اليومية في الكويت باعتبارهما ظاهرتين جغرافيتين متلازمتين، كما تعرضت إلى السلبيات المترتبة على استخدام السيارات الخاصة بالنسبة للمواطنين في تنقلاتهم اليومية ومايترتب على ذلك من الازدحام المروري.

ومن العرض السابق للدراسات الجغرافية سواء العربية منها أو المحلية في دولة الكويت يتضح أن جميع الدراسات لم تعتمد على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة متقدمة في إجراء التحليل المكاني الكمي على شبكة النقل، بل اعتمدت على أساليب التحليل التقليدية، وعليه تسعى الدراسة الحالية إلى تطبيق تقنية نظم المعلومات الجغرافية في دراسة شبكة النقل الحضري داخل النطاق العمراني في الكويت وإجراء تحليل مكاني للعلاقات الجغرافية المختلفة بين شبكة النقل الحضري ومناطق السكان ومناطق الجذب ومن ثم توزيع ذلك على خرائط حديثة.

موضوع الدراسة ومبررات اختياره:

نظراً لقلة تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال تحليل شبكات النقل الحضري ليس فقط بالكويت، بل وأيضاً على نطاق الوطن العربي، لذلك تسعى الدراسة الحالية [10] إلى الاعتماد على المعلومات الجغرافية المتاحة حول شبكة النقل الحضري في النطاق العمراني للكويت (شكل 2)، الذي لايزيد في مساحته عن 12% من مجموع مساحة دولة الكويت، والذي يمتد كشريط ضيق على الساحل الشرقي للبلاد منذ الوجود السكاني قبل أكثر من أربعة قرون، وذلك للاستفادة من تقنية نظم المعلومات الجغرافية في استخلاص نتائج التحليل المكاني للبيانات الجغرافية حول شبكة النقل الحضري وعلاقتها بالبيانات السكانية وخاصة العمالة الوافدة باعتبارها الفئة السكانية المستفيدة في الدرجة الأولى من خدمات شبكة النقل الحضري في الكويت، وتكمن مبررات اختيار الموضوع في التالي:

[10] أجريت الدراسة الحالية في الفترة بين شهري فبراير ويوليو 2002م.

1) عدم وجود الدراسات التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية في مجال النقل الحضري في دولة الكويت.

2) اقتصار الدراسات الجغرافية المتعلقة بشبكة النقل على طرق التحليل الإحصائي لبيانات الحافلات والركاب، وطرق التفسير النظري لمراحل نمو شبكة النقل بالكويت في حين تسعى الدراسة الحالية إلى تطبيق أساليب التحليل المكاني Spatial Analysis لشبكة النقل الحضري وإبراز العلاقة بينهما وبين التوزيع السكاني وتوزيع مراكز جذب الركاب أو مراكز جذب الحركة اليومية.

3) حاجة الجهات الحكومية المعنية بتخطيط النقل الحضري في الكويت إلى دراسات تطبيقية تسهم في دعم اتخاذ القرار بشأن تطوير ا لشبكة وتحديد مناطق التكدس ومناطق العجز والوقوف عند المشاكل التي تواجه انسيابية الحركة المرورية في النطاق العمراني بالكويت.

أهداف الدراســـة:

تسعى الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

1 - تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في مجال النقل الحضري في الكويت، وذلك بالاعتماد على أسلوب التحليل المكاني الآلي.

2 - التمثيل الكارتوجرافي لنمط التوزيع الجغرافي والنسبي لشبكة النقل الحضري على أساس المناطق الحضرية.

3 - إبراز العلاقة المكانية بين الكثافة المكانية لشبكة النقل الحضري وتوزيع السكان.

4 - التمثيل الكارتوجرافي لمتوسط عدد السكان المستفيدين من شبكة النقل الحضري.

5 - إبراز العلاقة المكانية بين شبكة النقل الحضري وشبكة الطرق الرئيسية .

6 - إبراز العلاقة المكانية بين شبكة النقل الحضري ومراكز جذب الحركة اليومية للركاب.

7 - تطبيق المؤشرات الكمية لقياس درجة الترابط Connectivity لتوضيح العلاقة المتبادلة بين عقد الشبكة عن طريق الوصلات الموجودة، وذلك بالاعتماد على مؤشر بيتا، ومؤشر جاما، ومؤشر ألفا.

8 - وضع توصيات الدراسة.

المنهج البحثي للدراســــــة:

تعتمد الدراسة على أسلوب التحليل المكاني الآلي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بالإضافة إلى التحليل الخطي لقياس درجة التر ابط في شبكة النقل الحضري بالاعتماد على مؤشرات بيتا، وجاما، وألفا، ومن ثم إجراء التمثيل الكارتوجرافي لنتائج التحليل المكاني.

المنهاج التطبيقي للدراســـة:

يتمثل المنهاج التطبيقي في توضيح المراحل التنفيذية التي تمر بها الدراسة (شكل 1)، وذلك على النحو التالي:

أولاً: جمع المعلومات والخرائط:

تتنوع المادة المعلوماتية والخرائطية التي اعتمدت عليها الدراسة من حيث النوع والمصدر كالتالي:

1 - المادة العلمية والمرجعية وتتمثل في الدراسات الجغرافية السابقة حول شبكة النقل الحضري في الكويت من أهمها دراسة طيبة المرزوق (1977)، ودراسة غانم سلطان (1986)، ودراسة فاطمة العبد الرزاق (2002).

2 - المادة المعلوماتية حول شبكة النقل العام ومن أهمها تقرير الإحصاء السنوي العام لشركة النقل العام الكويتية (1999).

3 - المادة الخرائطية وتتمثل في خريطة المناطق السكنية، وشبكة النقل العام بالكويت من تصميم شركة الديار المتحدة بالكويت (2002).

4 - **الدراسات الميدانية:**

- اعتمد فريق البحث في جمع المعلومات والبيانات الرقمية على الاتصال المباشر بالشركة الكويتية للنقل العام، وإجراء المقابلات الشخصية مع المسئولين بالإضافة إلى النشرات المطبوعة والتقارير الإحصائية.
- الاعتماد علي الملاحظة المباشرة أثناء الزيارات الميدانية لرصد انسيابية حركة النقل الحضري وتحديد فئة الركاب السائدة، حيث لاتتوفر بيانات إحصائية دقيقة حول الركاب حسب الجنسية.
- القيام بزيارة بعض محطات الانطلاق والوصول واستخدام بعض الحافلات للوقوف على كفاءة ومرونة شبكة الرقل الحضري.

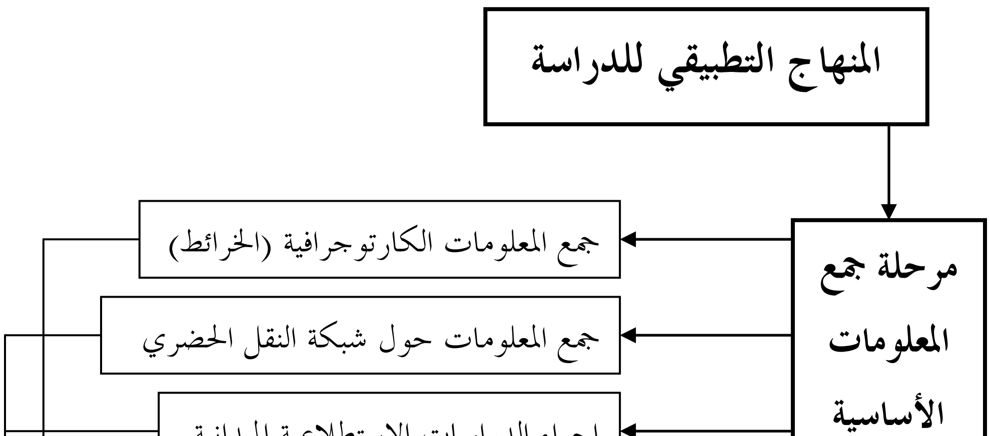
ثانياً: بناء قاعدة بيانات خرائطية وسكانية في نظم المعلومات الجغرافية وذلك بالاعتماد على أسلوب تحويل الخرائط الورقية إلى رقمية بواسطة عملية ترقيم الخرائط Map Digitization وخاصة خريطة المناطق السكنية (شكل 3)، وخريطة شبكة النقل الحضري (شكل4)، وخريطة مراكز جذب الحركة اليومية للركاب (شكل 8).

هذا بالإضافة إلى تصميم ملفات معلوماتية وصفية Attribute data files حول أعداد السكان على أساس المناطق حسب الجنسية في فئتين هما : سكان كويتيون، وسكان غير كويتيين، وكذلك حول البيانات الوصفية لشبكة النقل الحضري في الكو يت مثل أرقام الخطوط وأطوالها.

ثالثاً: إجراء التحليل المكاني الآلي في نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برنامجي التحليل المكاني Spatial Analyst ، وبرنامج تحليل الشبكات الخطية Network Analyst باعتبارهما برامج فرعية للبرنامج الرئيسي المستخدم في الدراسة وهو ARC/View 3.2.

رابعاً: تطبيق منهج التحليل الخطي لقياس درجة الترابط في الشبكة.

خامساً: استخلاص نتائج الدراسة وصياغة التوصيات.



شكل (**1**): مخطط المنهاج التطبيقي للدراسة

المناقشـــة والتحليـــل

أولاً: الملامح الجغرافية للنطاق الحضري في الكويت:

يمثل النطاق الحضري في الكويت (شكل 2) المنطقة الجغرافية للدراسة الحالية، والذي يمتد في وسط الساحل الشرقي لدولة الكويت بين دائرتي عرض ´57˚28 شمالاً و ´25˚29 شمالاً، وخطي طول ´35˚47 شرقاً و ´12˚48 شرقاً، ويضم 95 منطقة حضرية[11]، منها 65% فقط تم إعمارها كمناطق سكنية، أما النسبة المتبقية فتمثل المساحات المخططة للإسكان في المستقبل القريب، وتشكل 35% من إجمالي المساحة.

ومن حيث الامتداد المساحي للمناطق الحضرية (شكل 3) نجد أن 36% من المناطق الحضرية تزيد مساحتها على 30كم^2 وهى تلك المناطق التي تشكل مستقبل الإ سكان الكويتي؛ أي أن معظم المناطق الحضرية تقل مساحتها عن 30كم^2 وتتركز في النطاق الحضري استخدامات الأراضي المتنوعة على النحو التالي : مناطق سكنية فقط 42%، مناطق صناعية وتجارية 20%، مناطق صحية فقط 5%، مناطق تعليمية فقط 3%، مناطق لم يتم اعمارها بعد 30%.

ويتميز النطاق الحضري في الكويت بتوفر شبكة جيدة من الطرق والشوارع التي تتوافق من حيث النوع مع مستوى التقدم العمراني السائد في البلاد . وشكل (4) يوضح امتداد شبكة الطرق في النطاق الحضري والتي تمتد في الغالب مع امتداد حدود المناطق الحضرية بنسبة 90%، أما النسبة المتبقية فهى عبارة عن حدود مناطق حضرية لم يكتمل تعميرها بعد، والتي تظهر كخطوط باللون الأسود على الخريطة.

وبشكل عام يمكن وصف شبكة الطرق في النطاق الحضري بأنها تأخذ النمط السائد في بعض المدن الخليجية كمدينة الدوحة في قطر وهو الدائري حيث تمتد الطرق الرئيسية على شكل أقواس من دوائر تربط طرفي الساحل، يطلق عليها الطرق الدائرية السريعة وتحتل الأرقام 1-7 وتشغل نسبة 21% من مجموع أطوال الطرق في النطاق الحضري. هذا إلى جانب نمط الطرق الإشعاعية التي تمثل محاور النمو العمراني داخل النطاق الحضري والتي تبدأ من قلب المدينة عند الد ائري الأول في اتجاه الجنوب بنسبة 32% متمثلة في طريق

---

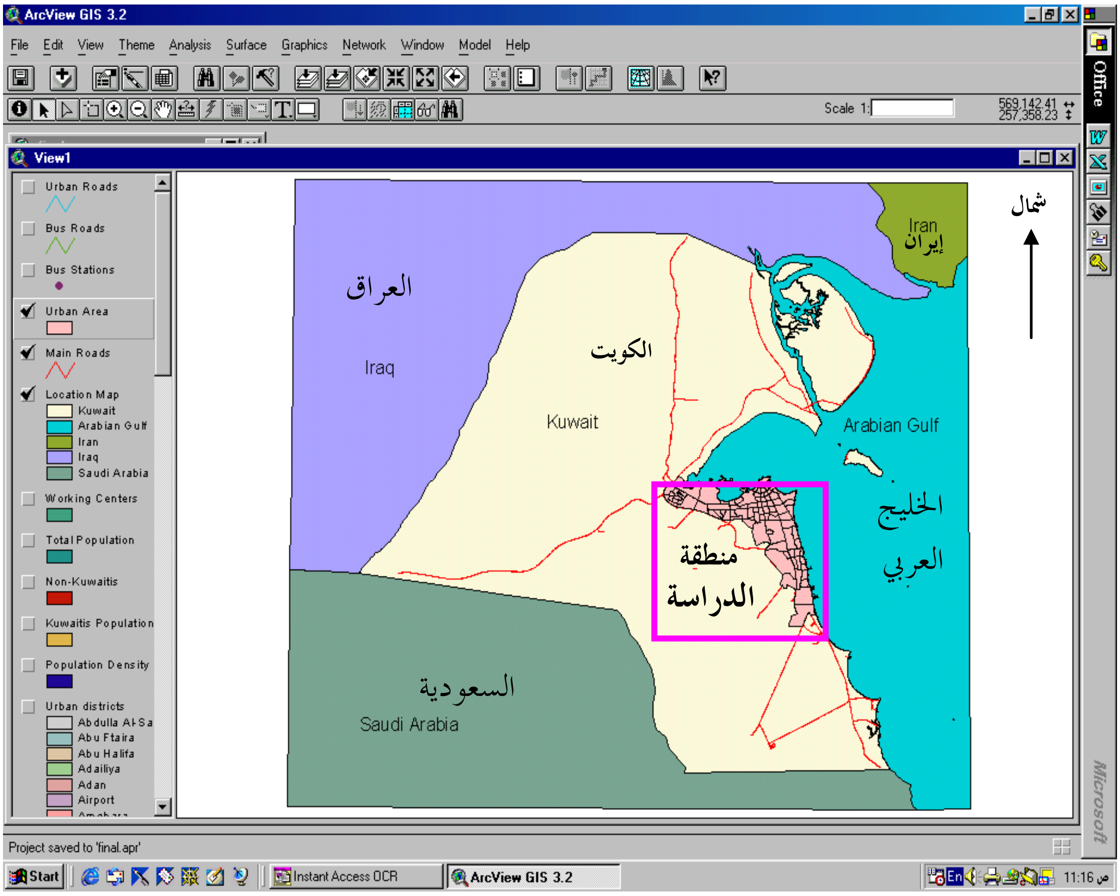
[11] المناطق الحضرية (حسب الدراسة الحالية): هى تلك المساحات التي تشمل المناطق السكنية الحالية والمساحات المتاخمة لها وتشكل مساحات المستقبل الإسكاني.

الفحيحيل وطريق الأحمدي، واتجاه الجنوب الغربي والغربي بنسبة 19% من مجموع الأطوال، وتبقى نسبة 22% من الطرق الفرعية التي تشكل محاور الاتصال الشبكي بين الطرق الرئيسية. وتشكل الطرق في مجموعها نسبة 23% من مجموع مساحة النطاق الحضري[11].

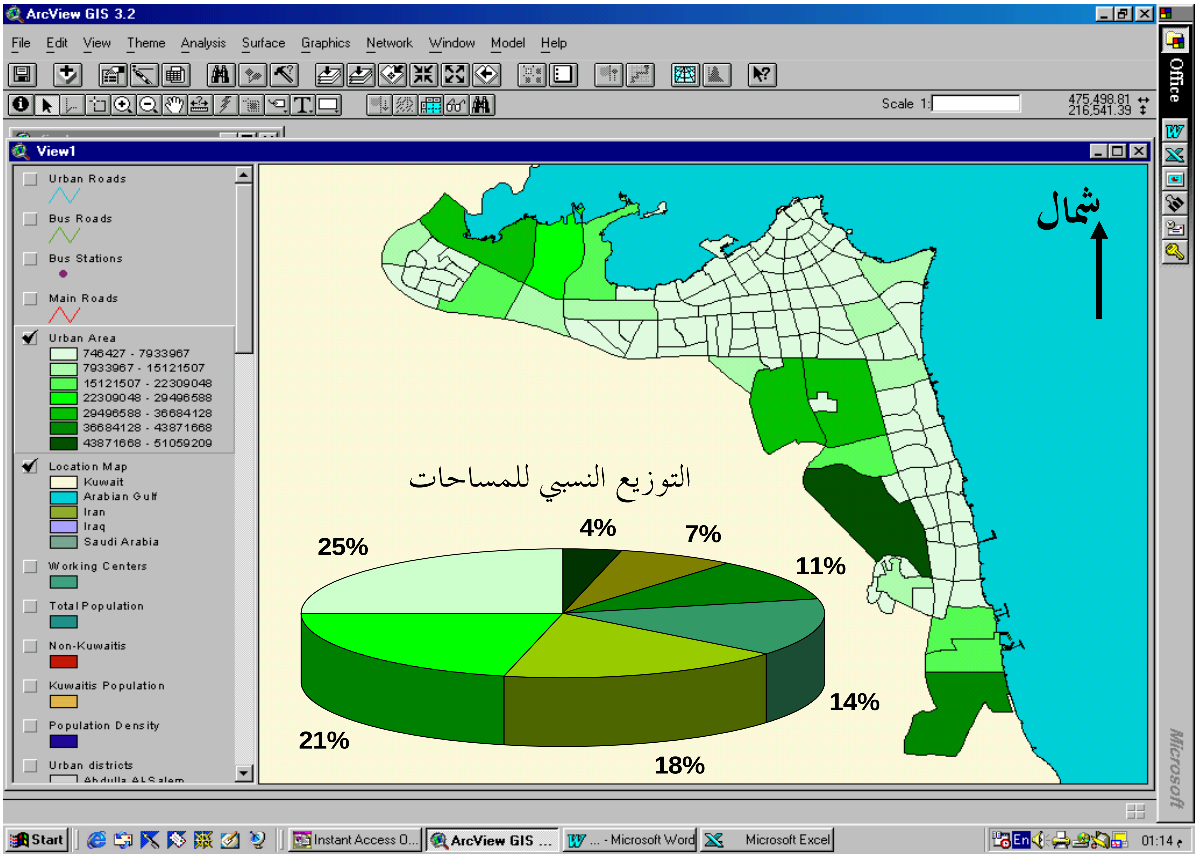
والخريطة شكل (5) تظهر التوزيع الكمي لكثافة المرور Traffic density على الطرق في النطاق الحضري بالكويت، ويمكن استخلاص التالي:

- أن نسبة 65% من الكثافة المرورية على الطرق بالنطاق العمراني تتركز على الدائري السادس بمفرده، مما يعكس أهميته في حجم الانسيابية المرورية وربطه للمحاور المرورية المختلفة المتمثلة في الطرق الإشعاعية الرئيسية مثل طريق الفحيحيل، وطريق الأحمدي في شرق النطاق الحضري، وطريق الرياض وطريق الغزالي وغيرها في جنوب وغرب النطاق الحضري.
- يمثل الدائري الرابع والخامس معاً نسبة 21% من الكثافة المرورية في النطاق الحضري، مما يؤكد أيضاً على أهميتهما في انسيابية المرور داخل الكتلة السكنية، وبهذا فان الطرق الدائرية الثلاث الرابع والخامس والسادس تشغل نسبة 86% من مجموع الكثافة المرورية في النطاق الحضري.
- تبقى نسبة 14% فقط من مجموع الكثافة المرورية لجميع الطرق بالنطاق الحضري، وهذا يؤكد على انخفاض السرعة في تلك الطرق.

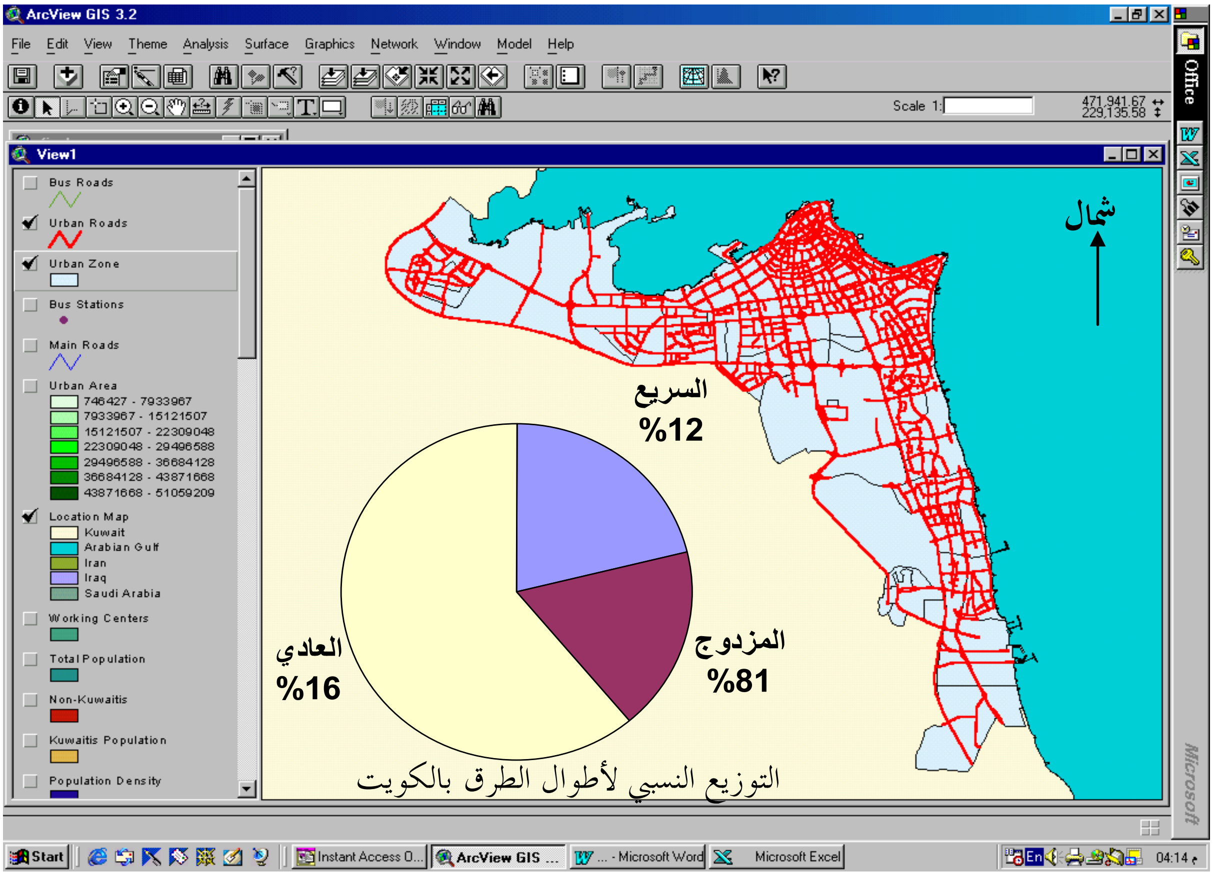
(11) مستخلص من نظم المعلومات الجغرافية الخاصة بالبحث



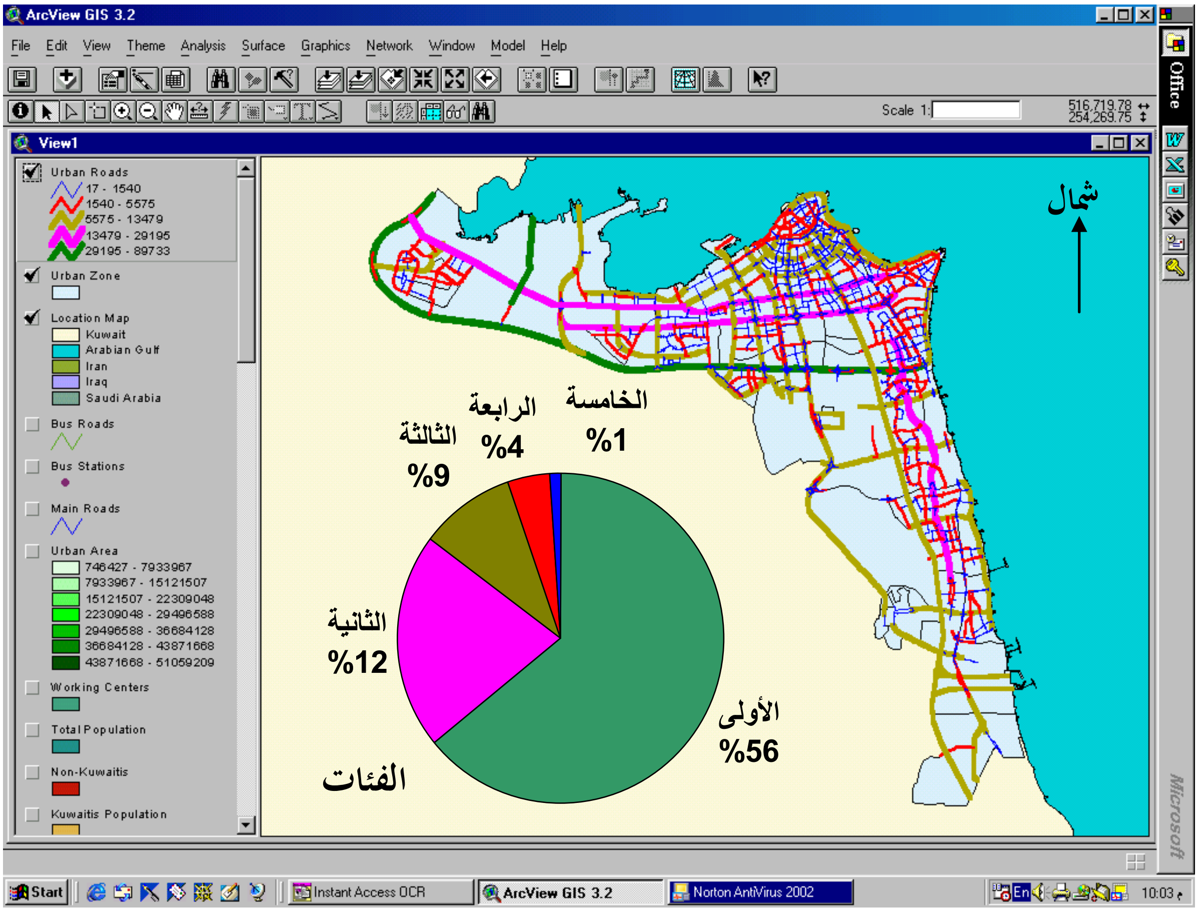
شكل (2): موقع النطاق الحضري بمدينة الكويت (منطقة الدراسة) على خريطة الكويت



شكل (3): التوزيع المساحى للمناطق الحضرية في الكويت



شكل (4): شبكة الطرق في النطاق العمراني بالكويت



شكل (5): التوزيع الكمي لكثافة المرور على شبكة الطرق

ثانياً: خصائص شبكة النقل الحضري في الكويت:

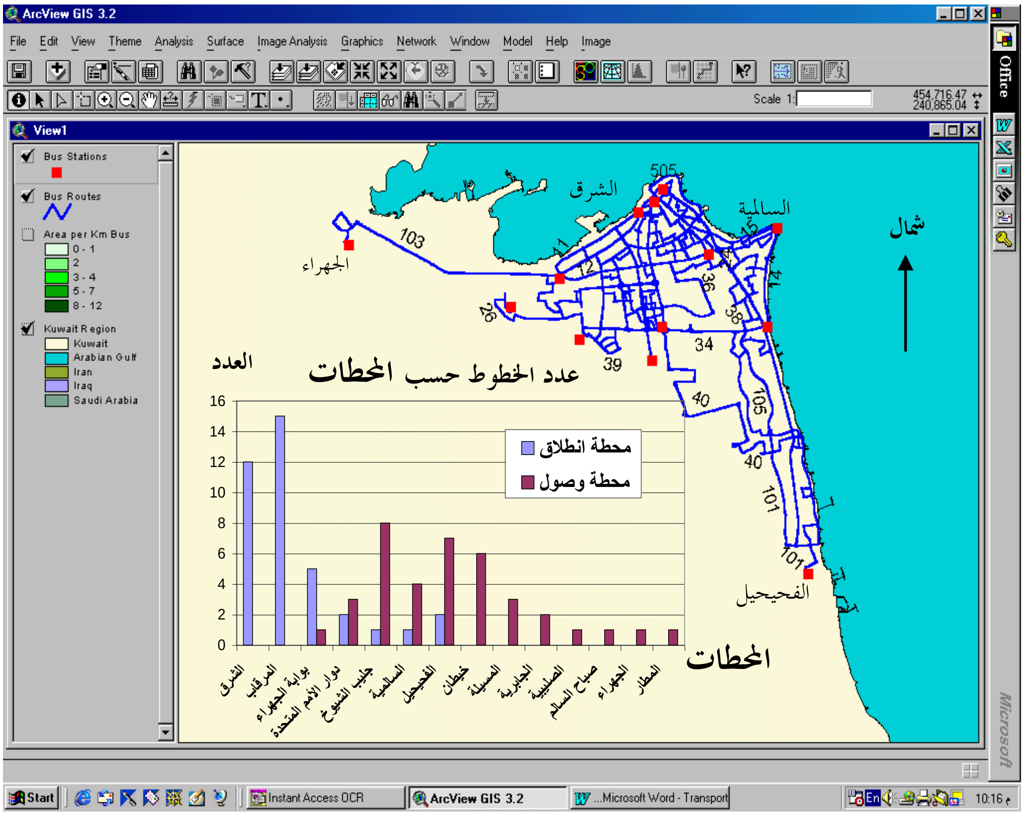
تظهر الخريطة شكل (6) شبكة النقل الحضري في النطاق الحضري بالكويت والتي تتكون من 38 خطاً تعمل عليها 565حافلة [12]. بمتوسط 15 حافلة لكل خط، وهذه كثافة لاتتوفر على الإطلاق في المدن الخليجية الأخرى، ويبرز جدول (1) تركيب أسطول النقل العام حسب بيانات شركة النقل العام الكويتية . ويتبين من الجدول أن عدد الحافلات المكيّفة لايزيد عن 80 حافلة بنسبة 14.2% فقط من مجموع الحافلات، وهذا لايتوافق مع طبيعة مناخ الكويت.

جدول (1): أنواع حافلات النقل الحضري في الكويت

نوع الحافلة	العدد		الإجمالي
	عادي	مكيّف	
مرسيدس 305	63	2	65
مرسيدس 309	000	5	5
مرسيدس 302	1	000	1
ايكاروس 250	000	11	11
ايكاروس داف	000	1	1
ايكاروس ميدي 216	000	6	6
ايكاروس ميدي 253	190	000	190
ايكاروس ميدي 216	45	000	45
ايكاروس 253	000	50	50
ايكاروس داف 480	1	000	1
ايكاروس 415	000	1	1
ليلاند بطابقين	5	000	5
فولفو ميدي مكيف	000	2	2
فولفو تورينو	180	000	180
فولفو B10	000	1	1
فولفو G.V.10	000	1	1
الإجمـــــــالي	**485**	**80**	**565**

المصدر: شركة النقل العام الكويتية، الإحصاء السنوي العام، 1999، ص 13.

[12] شركة النقل العام الكويتية، الإحصاء السنوي العام، 1999، ص 10-11.



شكل (6) : شبكة النقل الحضري في الكويت

ويصل مجموع أطوال خطوط النقل الحضري في النطاق الحضري إلى 1326كم[13] تربط بين محطات انطلاق ووصول على النحو الذي يوضحه جدول (2)، (3).

جدول (2): محطات انطلاق الحافلات وأعدادها.

اسم محطة القيام	عدد الخطوط	أرقام الخطوط
الشرق	12	1،11،12،17،20،22، 26، 31،32، 39، 40، 507
المرقاب	15	13، 14، 15، 18، 21، 23، 24، 29، 51، 59، 101، 102، 103، 501، 502
بوابة الجهراء	5	16، 25، 38، 505، 506
دوار الأمم المتحدة	2	34، 41
جليب الشيوخ	1	105
السالمية	1	200
الفحيحيل	2	203، 602
المجمـــــــوع	38	

المصدر: مستخلص من: شركة النقل العام الكويتية، الإحصاء السنوي العام، 1999، ص 19

13) من حسابات برنامج نظم المعلومات الجغرافية الخاص بالدراسة الحالية.

ومن الجدول (2) يمكن استخلاص التالي:

- نجد أن عدد محطات انطلاق الحافلات هي 7 محطات لكن عدد محطات الوصول (جدول 3) يصل إلى 12 محطة.
- إن محطتي الشرق والمرقاب تشكلان معاً نقطتي انطلاق لعدد 27 خطاً بنسبة 71.1% من مجموع عدد خطوط الحافلات في النطاق الحضري، مما يعكس أهميتهما كمحاور تنقل يومي للركاب، حيث تتركز المنطقة التجارية المركزية في قلب العاصمة، الى جانب المنطقة الصناعية في شرق.
- تأتي محطة بوابة الجهراء في المرتبة التالية بعدد 5 خطوط بنسبة 13.2% من مجموع الخطوط، ثم يلي ذلك محطات دوار الأمم المتحدة والفحيحيل بنسبة 5.3% لكل منهما. وتبقى محطتا السالمية وجليب الشيوخ بنسبة 2.6% لكل منهما. ومن هذا العرض يتبين أهمية المحطات في وسط العاصمة كمحاور بداية لرحلات العمل اليومية للركاب.

جدول (3): محطات وصول الحافلات وأعدادها

محطة الوصول	عدد الخطوط	أرقام الخطوط
بوابة الجهراء	1	1
دوار الأمم المتحدة	3	18 ،11،12
خيطان	6	13، 16، 23، 19، 31، 40
المسيلة	3	14، 24، 505
السالمية	4	15، 17، 34، 105
جليب الشيوخ	8	20، 21، 21، 29، 51، 59، 506، 507
الجابرية	2	25، 32
الصليبية	1	26
صباح السالم	1	38
الفحيحيل	7	40، 101، 102، 105، 203، 502، 602
الجهراء	1	103
المجموع	38	

المصدر: مستخلص من: شركة النقل العام الكويتية، الإحصاء السنوي العام، 1999، ص 19

ومن الجدول (3) يمكن استخلاص التالي:

- نجد أن المحطات الموجودة في مناطق تركز العمالة الوافدة وهى خيطان، وجليب الشيوخ، والفحيحيل تصل إلى 23 خطاً بنسبة 60.5% من مجموع الخطوط، وهذا يعكس أهمية تلك المحطات بالنسبة لتنقل العمالة من مناطق السكن إلى مناطق العمل.
- تأتي محطة السالمية في المرتبة التالية بعدد 4 خطوط بنسبة 10.6% وهى تعتبر مركزاً سكنياً هاماً بالنسبة للعمالة الوافدة أيضاً.
- وتأتي محطتا المسيلة ودوار الأمم المتحدة بعدد 3 خطوط بنسبة 7.9% لكل منهما. وتتبقى المحطات الأخرى مثل بوابة الجهراء، والصليبية، وصباح السالم، والجهراء بعدد خط واحد بنسبة 2.6% لكل منهما.

من العرض السابق لمكونات الجدولين (2)و (3) يتضح:

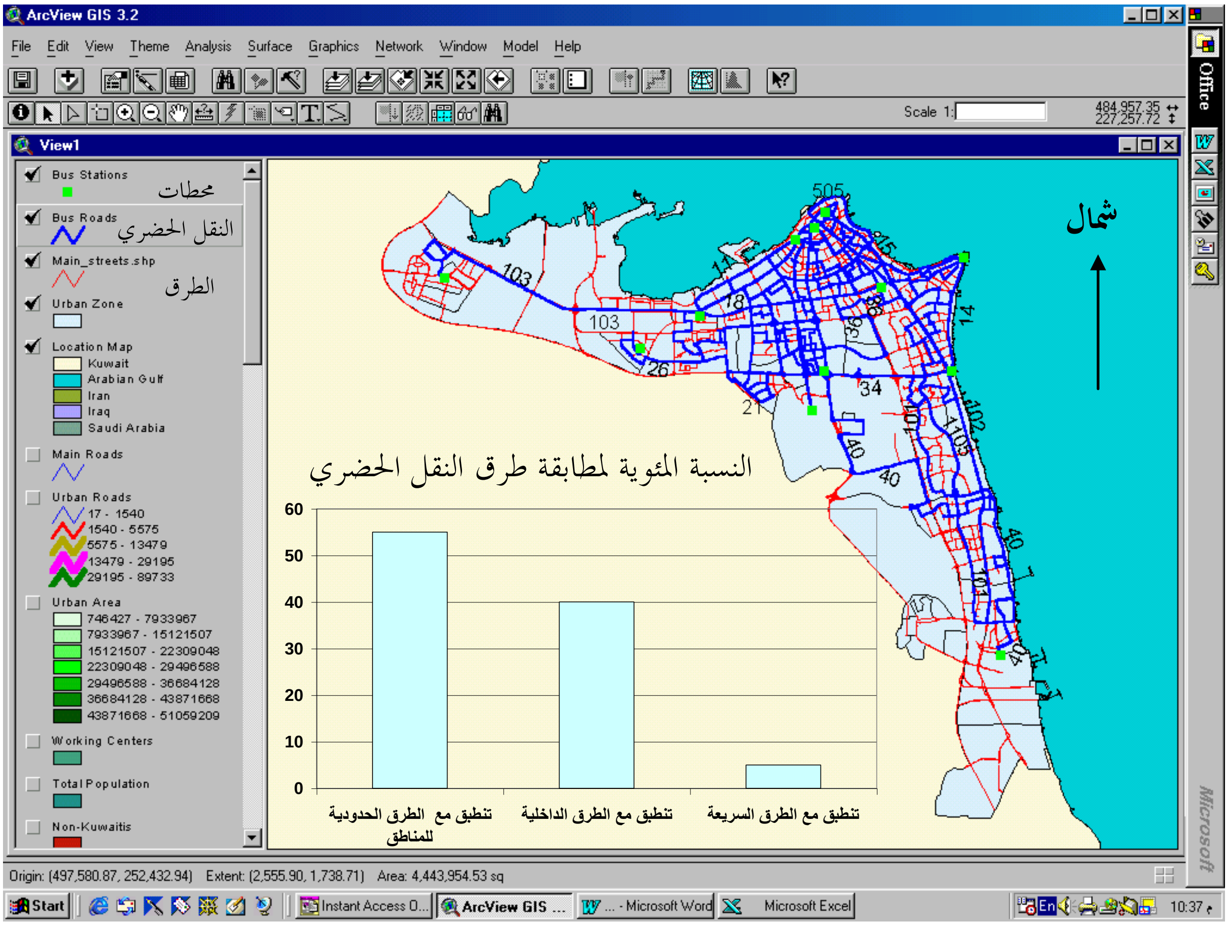
- أن محاور انطلاق خطوط شبكة النقل الحضري وكذلك وصولها هى بمثابة مراكز جذب للحركة اليومية للعمالة الوافدة سواء في السكن مثل جليب الشيوخ وخيطان والفحيحيل أو في العمل مثل قلب العاصمة والمناطق الصناعية على امتداد الخطوط في الشويخ الصناعية وشرق.
- تندر المحطات في المناطق السكنية التي يتمركز فيها السكان الكويتيون وهذا يعكس عدم حاجة هذه الفئة من السكان إلى خدمات النقل العام في الوقت الحالي، واقتصار خدمات النقل العام على مرور الخطوط بين المناطق السكنية كمحاور ربط مروري من ناحية ومحطات توقف للنزول والركوب من ناحية أخرى.

ثالثاً: العلاقة المكانية بين شبكة النقل الحضري وشبكة الطرق الرئيسية:

بدراسة الخريطة شكل (7) يمكن استخلاص ملامح العلاقة المكانية بين كل من شبكة النقل الحضري وشبكة الطرق الرئيسية على النحو التالي:

- تتفق نسبة 55% من شبكة النقل الحضري مكانياً مع شبكة الطرق التي تشكل الحدود الإدارية للمناطق الحضرية مما يعكس دور شبكة النقل في توفير خدماتها للمناطق الحضرية على جانبي الخط، في حين تمتد نسبة 40% داخل المناطق الحضرية، وخاصة في مناطق تركز العمالة الوافدة مثل جليب الشيوخ، والفروانية، وخيطان، والسالمية، وتبقى نسبة 5% تمتد على الطرق الرئيسية التي تقطع المناطق الحضرية وخاصة في العاصمة القديمة.
- يمثل الدائري الرابع وامتداده المحور الرئيسي لامتداد شبكة النقل الحضري من شرق إلى غرب النطاق الحضري، حيث يربط السالمية في أقصى الشرق مع الجهراء في أقصى الغرب.
- يفتقر طريق الأحمدي إلى وجود امتداد حقيقي لشبكة النقل الحضري وذلك بسبب طبيعة امتداد الطريق أسفل سلسلة من الجسور المعلقة التي تشكل معابر للطرق الدائرية من ناحية، ووجود جوانب خرسانية على الطريق من ناحية أخرى.
- يفتقر الطريق الدائري السابع لوجود شبكة النقل الحضري بالرغم من حيوية امتداده حيث يمكن أن يحقق ربطاً سريعاً بين غرب النطاق العمراني المتمثل بالجهراء مع المناطق السكنية والحضرية في الجنوب دون ضرورة المرور من وسط العاصمة عن طريق الدائري الرابع، إذ انه يمكن أن يحقق ربطاً مباشراً بين المناطق الصناعية في الجهراء، وصبحان والشعيبة وهى مناطق صناعية هامة في الكويت.
- مازالت تفتقر مناطق سكنية في مدينة الجهراء إلى شبكة نقل حضري بالرغم من الاتساع الأفقي الكبير للمناطق السكنية وكذلك تركز الفئات السكانية التي هى في حاجة كبيرة إلى خدمات نقل الركاب بسبب ارتفاع تركز العمالة الوافدة من ناحية، وتركز السكان الكويتيين ذوي الدخل المحدود من ناحية أخرى.

- يمكن القول إن العلاقة المكانية بين طرق النقل الحضري وشبكة الطرق الرئيسية هي علاقة قوية في شرق وشمال النطاق الحضري وضعيفة في الجنوب والغرب، فإذا قسمنا النطاق الحضري إلى مناطق فان درجة تغطية طرق النقل الحضري في شمال وشرق النطاق العمراني تصل إلى 65% في حين تصل إلى 40% في الجنوب، والى 25% فقط في غرب النطاق الحضري مع وجود بعض الحالات الخاصة التي تسودها تغطية كبيرة مثل خيطان، والفروانية، وجليب الشيوخ، والتي تزيد عن 80% من الطرق.



شكل (7): العلاقة المكانية بين شبكة النقل الحضري وشبكة الطرق في الكويت

رابعاً: العلاقة المكانية بين شبكة النقل الحضري ومناطق جذب الحركة اليومية للركاب:

يقصد بمناطق جذب الحركة اليومية هي تلك المناطق التي تمثل طرفي معادلة الرحلة اليوم ية في النطاق الحضري وهما المسكن والعمل في الدرجة الأولى . فبالطبع عند التخطيط لإنشاء شبكة من النقل الحضري في أي مدينة يجب أن تعتمد أولاً على تحديد مناطق السكن ومناطق العمل وامتداد شبكة الطرق التي تصل بينهما.

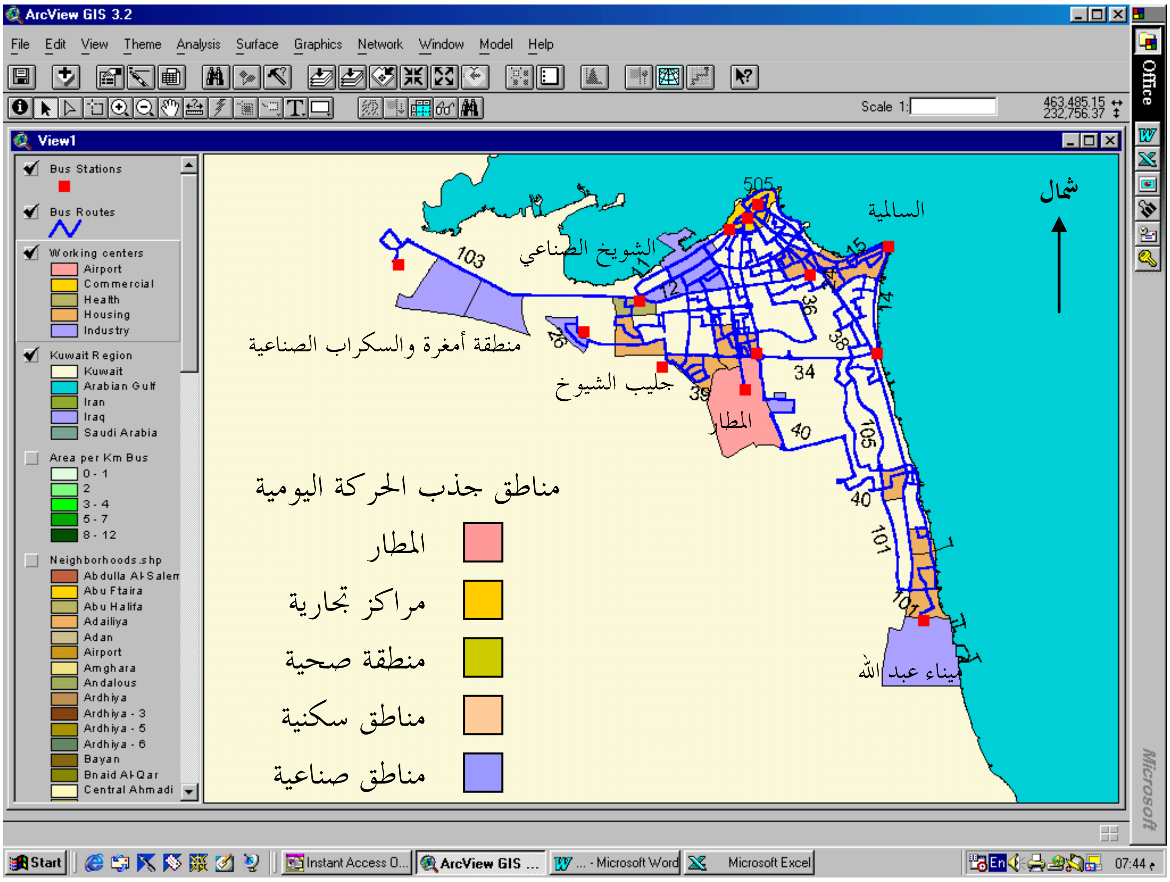
وفي الكويت يمكن تصنيف مناطق جذب الحركة اليومية للركاب حسب الخريطة شكل (8) على النحو التالي:

- مناطق صناعية: والتي تتركز في منطقة الشويخ الصناعية، منطقة الشعيبة الصناعية، ومنطقة شرق الصناعية، ومنطقة الأحمدي الصناعية، ومنطقة صبحان الصناعية.
- مناطق سكنية للعمالة الوافدة: بناءً على اعتماد شبكة النقل الحضري بشكل أساسي على العمالة الوافدة، لذلك تشكل المناطق السكنية لهؤلاء السكان أهمية كبيرة بالنسبة لشبكة النقل الحضري . وتتركز هذه المناطق في منطقة جليب الشيوخ ومنطقة الفروانية، ومنطقة خيطان الشمالي والجنوبي، ومنطقة السالمية، ومنطقة الفحيحيل، ومنطقة الأحمدي السكنية.
- مناطق أخرى لجذب الحركة اليومية: وتتمثل في المطار، والمراكز التجارية في العاصمة، والمستشفيات في الشويخ الصحي، والمستشفى الأميري، والحدائق العامة والمنتزهات.

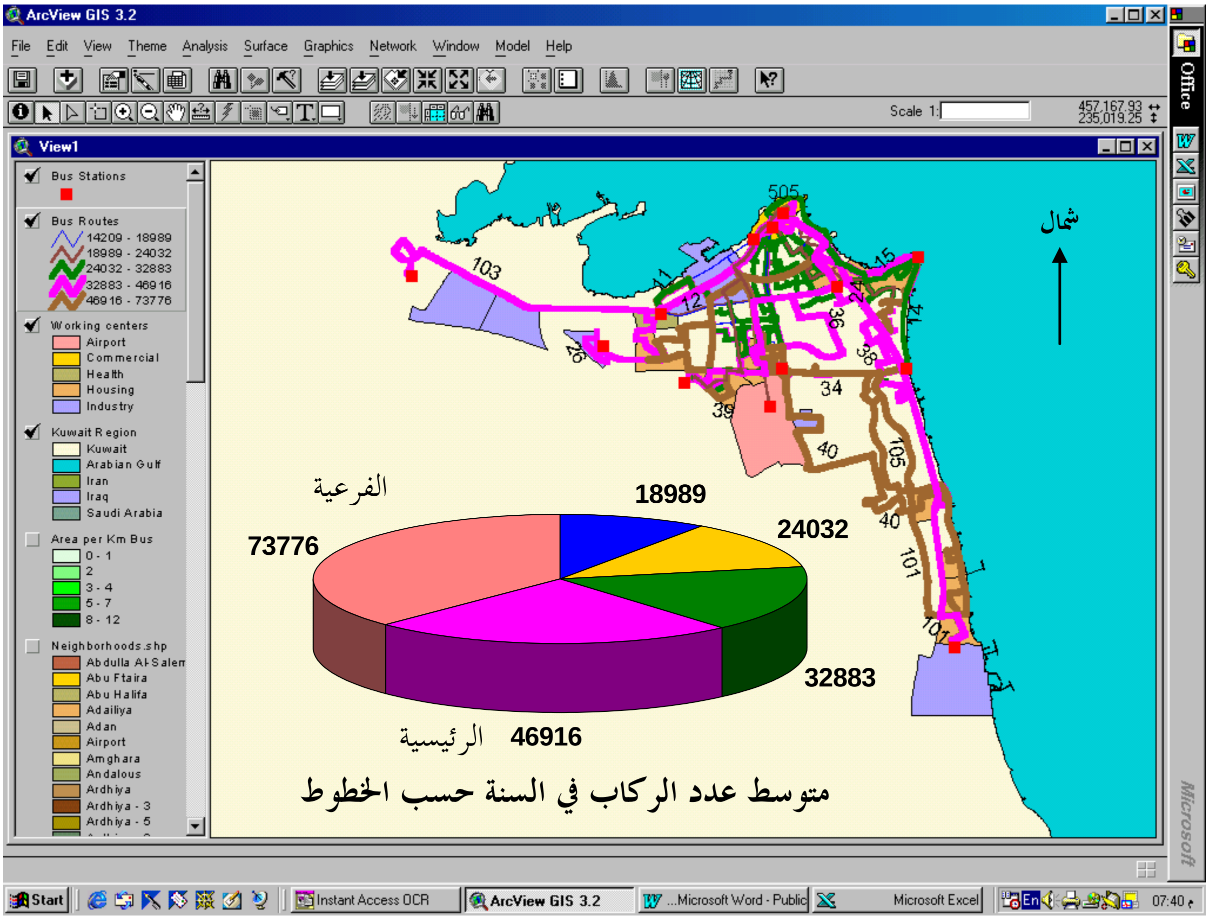
وبدراسة الخريطة شكل (8) يمكن استخلاص ملامح العلاقة المكانية التالية:

- توجد علاقة مكانية قوية بين شبكة النقل الحضري وبين مراكز جذب الحركة اليومية للركاب والمتمثلة في عدم انعزالية واضحة لمناطق جذب الحركة اليومية للركاب أي لاتوجد هناك منطقة تخلو تماماً من شبكة النقل الحضري، بل تتركز الشبكة في بعض هذه المناطق بشكل واضح مثل السالمية، وجليب الشيوخ، والعاصمة حيث تمتد الشبكة على الطرق الفرعية في هذه المناطق لتحقيق الروابط المكانية فيها.
- جميع مناطق جذب الحركة اليومية ترتبط مع العاصمة بخطوط شبكة النقل الحضري مباشرة.

- تشكل معظم هذه المناطق محطات رئيسية سواء للقيام مثل محطة منطقة شرق، ومح طة منطقة المرقاب في العاصمة، ومحطة جليب الشيوخ، ومحطة الجهراء، ومحطة الفحيحيل؛ أو محطات الوصول أي أنها تحقق الترابط المروري فيما بينها.



شكل (8): مناطق جذب الحركة اليومية لركاب النقل الحضري في الكويت



شكل (9): التوزيع الكمي لعدد الركاب في السنة حسب خطوط شبكة النقل الحضري

ولتوضيح الجانب الكمي في حجم الحركة اليومية لمستخدمي خطوط شبكة النقل الحضري في الكويت تم إعداد الخريطة شكل (9) التي تبرز التمثيل الكارتوجرافي الخطي الكمي لعدد الركاب حسب الخطوط، بالإضافة إلى التمثيل البياني لعدد الركاب بالاعتماد على أسلوب الدائرة المقسمة من الداخل.

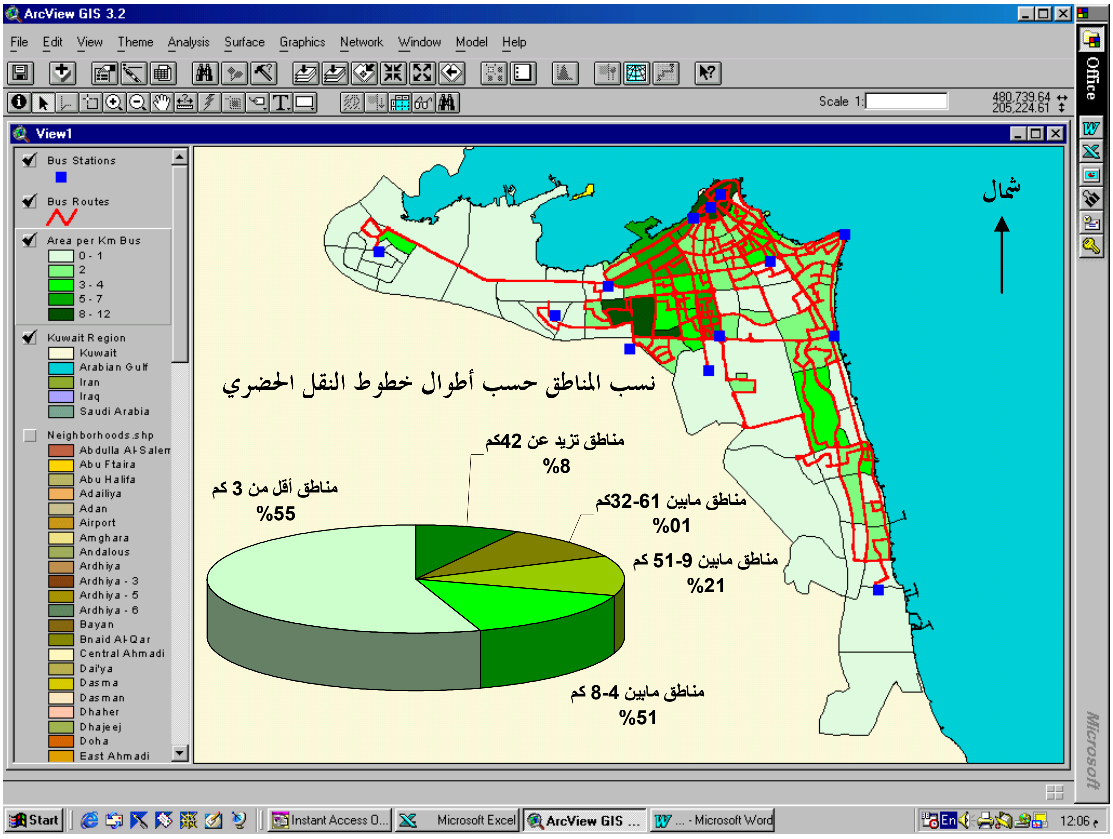
ومن الخريطة شكل (9) يمكن استخلاص التالي:

- نلاحظ أن الخطوط الفرعية التي تصل بين الخطوط الرئيسية تحتل أ كبر عدد للركاب والتي تظهر على الخريطة الخطية باللون البني، حيث تبين استخدام أكثر من 73 ألف راكب في العام، في حين أن الخطوط الرئيسية التي تتفق مع الطرق السريعة تبين استخدام 47 ألف راكب.
- تظهر الخطوط التي تصل بين المناطق السكنية للعمال والمراكز التجارية حوالي 19 ألف راكب، في حين توضح الخطوط التي تصل بين المناطق السكنية للكويتيين أكثر من 32 ألف راكب بسبب تنقل العمالة المنزلية إلى المناطق التجارية.

خامساً: نمط التوزيع الجغرافي لشبكة النقل الحضري حسب المناطق الحضرية:

بدراسة الخريطة شكل (10) يمكن توضيح ملامح التوزيع الجغرافي لشبكة النقل الحضري على أساس المناطق الحضرية على النحو التالي:

- تتركز المناطق الحضرية التي تتراوح فيها أطوال شبكة النقل الحضري مابين 8-12كم في ثلاثة مناطق أساسية هي الشويخ الصناعية، والعاصمة، والسالمية والتي تصل نسبتها إلى 8% من مجموع مساحات المناطق، وهى مناطق تركز العمالة الوافدة سواء من حيث المسكن أو العمل أو المراكز التجارية، أي أن المحاور الثلاثة لجذب الحركة اليومية للركاب وهى المسكن والعمل والمراكز التجارية تحظى بنصيب كبير من أطوال شبكة النقل الحضري.
- تتركز المناطق الحضرية التي تمتد فيها أطوا ل الشبكة مابين 16-23كم في المناطق السكنية للعمالة الوافدة والتي تصل نسبتها الى 10% مثل جليب الشيوخ، والفروانية، وخيطان الشمالي والجنوبي،
- يلي ذلك مناطق تتراوح أطوال الشبكة فيها مابين 9-15كم بنسبة 12% وهي المناطق التي تشكل المعابر لمناطق التركز المذكورة وخاصة أن هذه المناطق يقطنها في الغالب سكان كويتيون في الدرجة الأولى مثل الرميثية، ومشرف، وسلوى، والصباحية، هذا إلى جانب تركز العمالة الوافدة في حولي.
- تنخفض كثافة أطوال شبكة النقل الحضري إلى مابين 4-8كم في المناطق المتاخمة للفئة متوسطة الكثافة سالفة الذكر حيث تشكل هذه الفئة معابر وتصل نسبتها إلى 15%.
- تكاد تختفي شبكة النقل الحضري في عدد كبير من المناطق تصل إلى نسبة 55%، حيث تنخفض إلى أقل من 3كم في المنطقة بل تصل إلى صفر كم في مناطق أخرى، وهى المناطق التي تعاني من عدم التوازن في توزيع شبكة النقل الحضري فيها، مثل المناطق السكنية والصناعية في جنوب الجهراء إلى جانب جميع المناطق الحضرية التي تمثل معابر إلى المناطق سالفة الذكر.



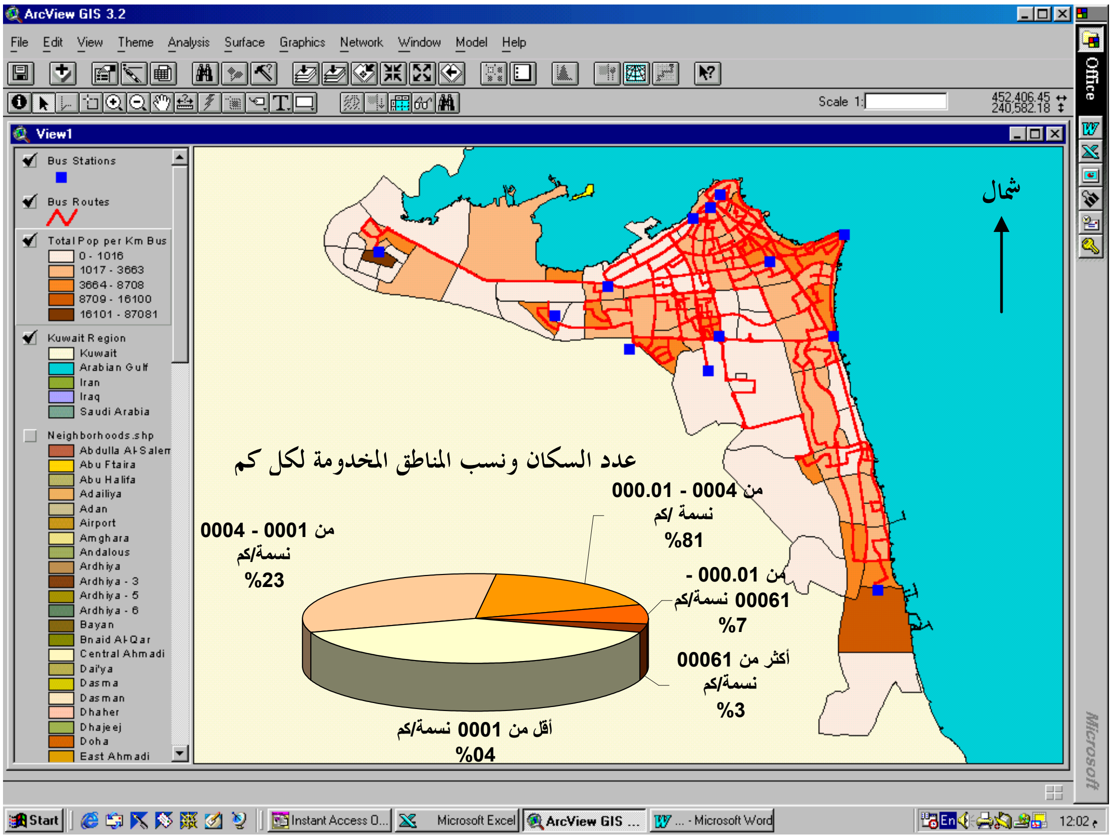
شكل (10): التوزيع الجغرافي لشبكة النقل الحضري حسب المناطق الحضرية بالكويت

سادساً: التوزيع الجغرافي لمتوسط عدد السكان المستفيدين من شبكة ا لنقل الحضري:

بدراسة الخريطة شكل (11) لتوزيع متوسط عدد السكان المستفيدين من شبكة النقل الحضري يمكن استخلاص التالي:

- تمثل الجهراء أعلى المناطق التي يزيد فيها عدد السكان بالنسبة للكيلومتر الطولي الواحد من شبكة النقل الحضري، والتي بدورها تفسر انخفاض خدمات النق ل الحضري في الجهراء حيث تصل بعض المناطق فيها إلى 87 ألف نسمة/كم طولي من النقل الحضري.

- تأتي الفئة التالية في معظم المناطق التي تمر عليها شبكة النقل الحضري وكأنها معابر برية فقط مثل الصليبية وميناء عبد الله، إلى جانب ارتفاع الكثافة في مناطق يتركز فيها السكان عن غيرها مثل السالمية، وسلوى، وجليب الشيوخ، وخيطان الشمالي، حيث يتراوح فيها متوسط السكان المخدومين في الكيلومتر الواحد من طرق النقل الحضري مابين 8000 - 16000 نسمة، وهى مناطق مازالت تقل فيها كثافة شبكة النقل الحضري ومن أهمها حولي.
- يقل متوسط عدد السكان المستفيدين بالنسبة للكيلومتر الطولي في مناطق عديدة ومتفاوتة من حيث تركز السكان في الأساس وهذا لايعني أنها مناطق تزيد فيها خدمات النقل الحضري، ولكن تضم فيما بينها المناطق الحضرية التي لم يتم تعميرها بعد مثل الوسطى، والمطار والمقوع وميناء عبد الله، والشعيبة، وا لدوحة، أي أن الفئة المنخفضة التي تظهر أقل من 1000نسمة/كم فقط لاتشير إلى ارتفاع نسبة كثافة الخدمات، ولكن تؤكد على انخفاض الكثافة السكانية فيها.



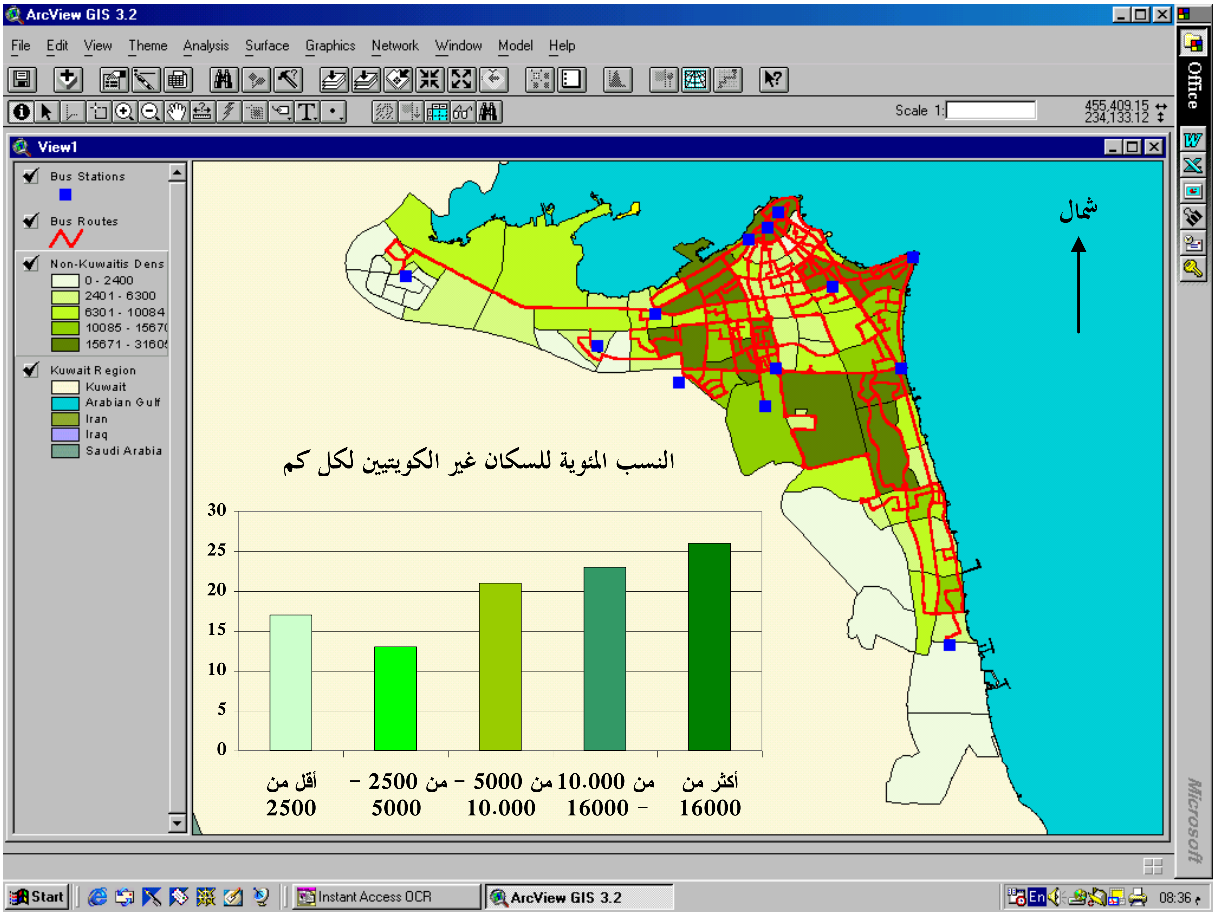
شكل (11): التوزيع الجغرافي لمتوسط عدد السكان المستفيدين من شبكة النقل الحضري

ونظراً لأهمية دور السكان غير الكويتيين في تحديد نمط الحركة اليومية لركاب وسائل النقل الحضري، لذلك تم إعداد الخريطة شكل (12) لتوضيح التوزيع الجغرافي لغير الكويتيين المخدومين بشبكة النقل الحضري، والتي يمكن توضيح ملامح التوزيع المكاني على النحو التالي:

- يزيد عدد السكان غير الكويتيين المخدومين بالكيلومتر الواحد إلى أكثر من 16000 نسمة في المناطق التي تمثل معابر للمناطق التي يتركز فيها السكان الكويتيون.
- تمثل المناطق السكنية للعمالة الوافدة أعلى المناطق التي يتركز فيها أكثر من 7000 نسمة/كم طولي من شبكة النقل الحضري، ولايعني ذلك أنه دليل على

انخفاض أطوال شبكة النقل الحضري ولكنه دليل على تركز العمالة الوافدة في هذه المناطق ولذلك فان نصيب كل 7000نسمة فأكثر هو كيلومتر واحد من شبكة النقل الحضري، وذلك لأن هناك علاقة عكسية بين عدد السكان المخدومين وبين أطوال الشبكة فكلما زاد طول خطوط شبكة النقل الحضري في منطقة فانه يقل عدد السكان المخدومين من كل كيلومتر طولي .

- يقل عدد السكان غير الكويتيين في المناطق الصناعية عن 1000نسمة/كم مما يشير إلى الكثافة العالية لشبكة النقل الحضري فيها، وخاصة منطقة الشويخ الصناعية، وصبحان الصناعية وأمغرة الصناعية.
- ينخفض عدد السكان غير الكويتيين بالنسبة للكيلومتر الواحد من الشبكة في مناطق حضرية غير صناعية، ولايدل ذلك أيضاً على ارتفاع خدمات النقل الحضري فيها ولكن يدل على انخفاض التركيز السكاني في تلك المناطق، وخاصة وأنها مناطق غير معمورة في الوقت الحالي مثال على ذلك مناطق الوسطى، والمطار والمقوع وميناء عبد الله، والشعيبة، والدوحة.



شكل (12): التوزيع الجغرافي للسكان غير الكويتيين المستفيدين من شبكة النقل الحضري

سابعاً: تحليل درجة الترابط في شبكة النقل الحضري بالكويت:

تعتمد طرق تحليل درجة الترابط في شبكات النقل على تحويل الشبكة الحقيقية إلى شبكة مبسطة يطلق عليها الشكل الطبولوجي Topological Diagram [(12)] والذي يتكون من عدد من العقد تتمثل في محطات الانطلاق والوصول إلى جانب نقاط تقاطع خطوط الشبكة معاً، بالإضافة إلى ذلك مجموعة من الوصلات التي تمثل الطرق التي تصل بين المحطات أو نقاط التقاطع أو العقد المختلفة، وتعرف النظرية التي تعالج العقد والوصلات طبولوجياً بنظرية الشبكات أو البيانيات Graph Theory ويعتبر جارسون Garrison, 1960 [(13)] أول جغرافي استخدم نظرية الشبكات لتحليل بنية شبكات النقل في عام 1960.

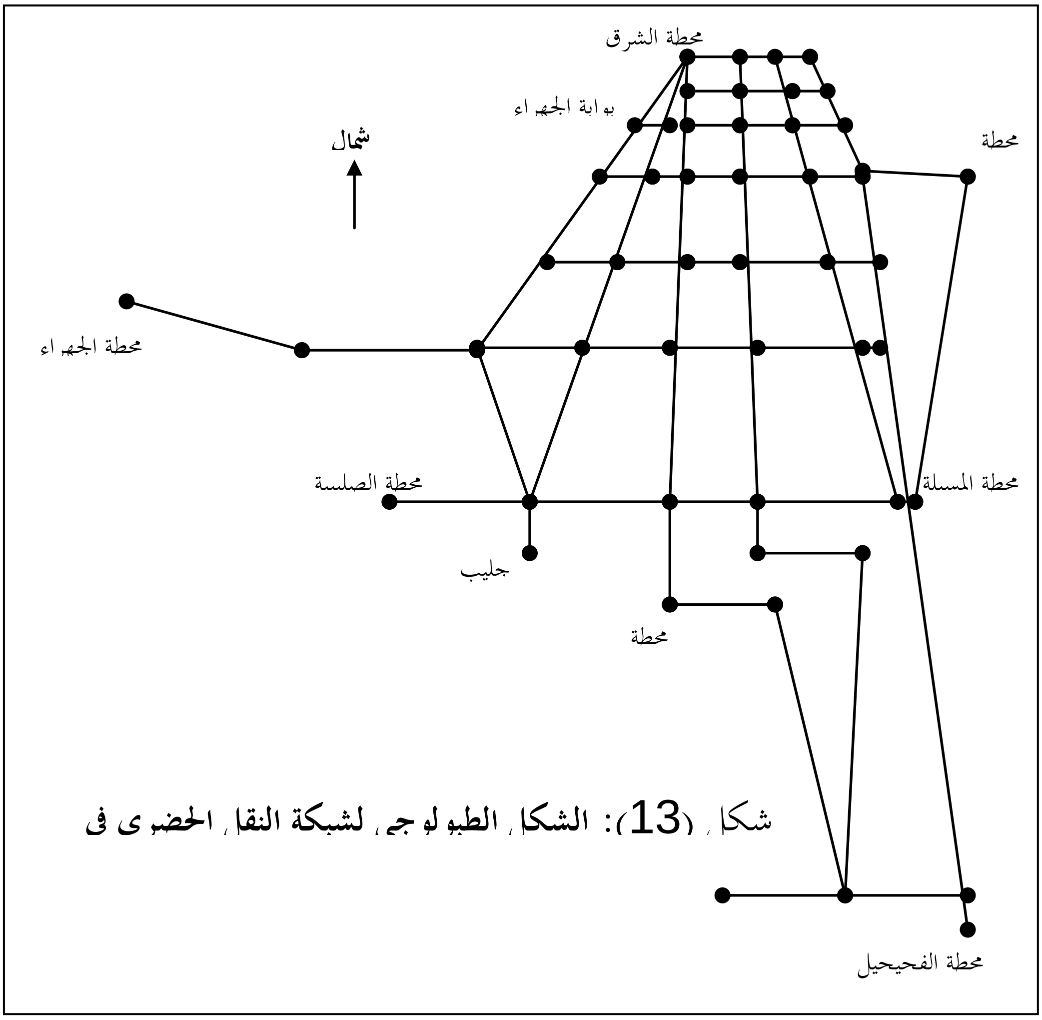
(12) نجاح بنت مقبل القرعاوي، 1996، ص 245.

(13) مقتبس من: نفس المرجع أعلاه، ص 245.

والشكل (13) يمثل الشكل الطبولوجي لشبكة النقل الحضري في الكويت والذي يتكون من العناصر التالية:

- 49 عقدة منها 7 عقد عبارة عن محطات قيام (جدول 2)، و 11 عقدة عبارة عن محطات وصول (جدول 2)، أما البقية فهي عبارة عن نقاط تقاطع الخطوط معاً أو انحناء مباشر في الخط.
- 79 وصلة، وهى الخطوط التي تصل بين العقد المختلفة.

ويقصد بدرجة الترابط في الشبكة هى درجة العلاقة المتبادلة بين عقد الشبكة عن طريق الوصلات الموجودة[14] ، ويؤكد صفوح خير (1990، ص 496) بأنه يمكن اعتبار درجة الترابط بين العقد المختلفة في الشبكة دلالة على مستوى التطور الذي وصلت إليه



شكل (13): الشكل الطبولوجي لشبكة النقل الحضري في

(14) نفس المرجع، ص 261.

المنطقة.

وتقاس درجة الترابط في الشبكة بعدة مقاييس تتفق جميعها على أنه كلما ازداد عدد الوصلات ازدادت درجة الترابط بين أطراف الشبكة . وسيتم الاعتماد هنا على مجموعة من المؤشرات الكمية لتحليل درجة الترابط في شبكة النقل الحضري في الكويت وهى:

- مؤشر بيتا Beta Index
- مؤشر جاما Gamma Index
- مؤشر ألفا Alfa Index
- قرينة الارتباط

1) تطبيق مؤشر بيتا في تحليل درجة الترابط:

يطبق المؤشر بواسطة المعادلة التالية:

عدد الوصلات

مؤشر بيتا[15] = ------------

عدد العقد

وتتراوح قيمة هذا المؤشر بين الصفر والواحد الصحيح، ويعني الصفر أن الشبكة تتكون من عقد فقط، وليس بها وصلات، والتي يمكن أن يطلق عليها اسم شبكة نقل غير مترابطة Null Graph ، أما إذا وصلت قيمة المؤشر إلى الواحد الصحيح فإنها تدل على أن هناك ترابطاً تاماً بالشبكة Complete Graph ، أما إذا ارتفعت عن الواحد الصحيح فانه يدل على وجود أكثر من شبكة متكاملة ومتطورة.

وبتطبيق المعادلة على شبكة النقل الحضري في الكويت فان القيمة تكون كالتالي:

عدد الوصلات 80

مؤشر بيتا = ----------- = ----- = 1.6

عدد العقد 50

أي أن قيمة مؤشر بيتا هو 1.6 والذي يدل على وجود درجة ترابط قوية في شبكة النقل الحضري ويوجد أكثر من شبكة متكاملة حسب هذا المؤشر، وحيث إن هذا المؤشر

(15) صفوح خير، 1990، ص 498.

يستخدم في حالات الشبكات البسيطة التي لاتتزاحم فيها الخطوط، وتمتد في مساحات كبيرة في حين نجد أن في الدراسة الحالية تتزاحم الخطوط في نطاق عمراني ضيق، لذلك لايعتبر هذا المؤشر أساساً للوقوف عند تحليل درجة الترابط في الشبكة.

2) تطبيق مؤشر جاما لتحليل درجة الترابط في الشبكة:

يتم تطبيق درجة الترابط في شبكة النقل الحضري بالاعتماد على مؤشر ج اما بواسطة المعادلة التالية:

$$\text{مؤشر جاما}^{(16)} = \frac{\text{عدد الوصلات}}{3\,(\text{عدد العقد} - 2)}$$

وعند تطبيق المؤشر فان قيمة الصفر تدل على أن الشبكة عديمة الترابط، أما إذا وصلت القيمة إلى الواحد الصحيح فانه يدل على أن الشبكة متكاملة الترابط، ولكن يختلف هذ ا المؤشر عن مؤشر بيتا في أن قيمته لايمكن أن تتعدى الواحد الصحيح.

وبتطبيق المعادلة على شبكة النقل الحضري في الكويت فإنها تكون كالتالي:

$$\text{مؤشر جاما} = \frac{\text{عدد الوصلات}}{3(\text{عدد العقد} - 2)} = \frac{80}{3(50-2)} = \frac{80}{144} = 0.56$$

أي أن قيمة المؤشر تصل إلى 0.56 فقط، مما يدل على أنها شبكة متوسطة الترابط، وهذا يعود إلى قلة تقاطع الخطوط مما يقلل من عدد الوصلات في الشبكة أو كثرة الانحناءات المباشرة.

3) تطبيق مؤشر ألفا في تحليل درجة الترابط في الشبكة:

يمثل مؤشر ألفا نمطاً آخر من أنماط طرق تحليل درجة الترابط في شبكات النقل الحضري، حيث يقيس العلاقة بين عدد الشبكات المغلقة التي تتمثل في أجزاء الشبكة وبين أقصى عدد ممكن من الوصلات في الشبكة.

---

(16) صفوح خير، 1990، ص 502.

ويمكن تطبيق المؤشر بالمعادلة التالية:

$$\text{مؤشر ألفا}^{(17)} = \frac{\text{عدد الوصلات – عدد العقد + عدد الوصلات الجانبية}}{2(\text{عدد العقد}) - 5}$$

وتتراوح قيمة مؤشر ألفا بين الصفر والواحد الصحيح، حيث إن صفراً يعني عدم وجود ترابط بالشبكة، في حين أن الواحد الصحيح يعني وجود الحد الأقصى للترابط بالشبكة.

وبتطبيق المؤشر على شبكة النقل الحضري في الكويت تكون النتائج كالتالي:

$$\text{مؤشر ألفا} = \frac{80 - 50 + 5}{2(50) - 5} = \frac{35}{90} = \frac{35}{90} = 0.39$$

أي أن مؤشر ألفا هو 0.39 ، وهى قيمة منخفضة وتدل بذلك على أن درجة الترابط في الشبكة حسب هذا المؤشر ضعيفة ، وذلك لأن عدد الوصلات الجانبية للشبكة لاتتعدى 5 وصلات، أي أنها شبكة غير مركبة.

4) تطبيق قرينة الارتباط في شبكة النقل الحضري:

تحسب قرينة الارتباط في الشبكة بهدف التعرف الى درجة الترابط فيها، حيث تتم مقارنة عدد الوصلات الموجودة فعلياً بالشبكة القائمة مع الحد الأقصى لعدد الوصلات الممكنة في الشبكة، ويمكن تطبيق ذلك بالمعادلة التالية:

$$\text{قرينة الارتباط}^{(18)} = \frac{\text{عدد الوصلات الحالية}}{\text{الحد الأقصى لعدد الوصلات الممكنة}}$$

حيث إن الحد الأقصى لعدد الوصلات الممكنة = ½ (ن^2 –ن) حيث ن = عدد العقد.

(17) صفوح خير، 1990، ص 503.

(18) نفس المرجع، ص 502.

وتتراوح قيمة القرينة بين الصفر والواحد الصحيح ، ففي حالة الصفر تدل على أنه لاتوجد في الشبكة أية وصلات في منطقة الدراسة، وأما في حالة الواحد الصحيح فانه يدل على أن عدد الوصلات الموجودة فعلياً هو أقصى عدد يمكن أن يضاف الى الشبكة.

وبتطبيق المعادلة على شبكة النقل الحضري في الكويت فان النتيجة تكون كالتالي:

الحد الأقصى لعدد الوصلات الممكنة = ½ (ن^2 – ن)

= ½ ((80)^2 – 80)

= ½ (6400 – 80) = 3160

قرينة الارتباط = عدد الوصلات الحالية / الحد الأقصى لعدد الوصلات الممكنة

قرينة الارتباط = $\frac{80}{3160}$ = 0.02532 = 0.03

أي أن قرينة الارتباط بين الوصلات في الشبكة هى 0.03 وهى منخفضة جداً وتعني أن درجة الترابط بين أطراف الشبكة وفقاً لحساب قرينة الارتباط ضعيفة جداً، إذ أن معظم عقد الشبكة لاتتصل اتصالاً مباشراً بجميع عقد الشبكة، وأن عدد الوصلات القائم فعلاً يقل كثيراً عن أقصى عدد ممكن من الوصلات.

نتائج وتوصيات الدراسة

تشكل شبكة النقل الحضري في الكويت أهمية كبيرة بالنسبة لأكثر من نصف السكان المتمثلين في العمالة الوافدة ، التي باتت تشكل اليوم – حسب الإحصائيات المنشورة من وزارة الداخلية الكويتية – أكثر من 1.4 مليون نسمة (62.2 %) ، وخاصة العمالة الوافدة من ذوي الدخل المحدود والتي تعمل في الأنشطة الخدمية مثل الصناعات بالشويخ الصناعية ، وأمغرة ، والشعبية الصناعية ، وشرق الصناعية ، وأيضا التي تعمل في الأعمال الخدمية في بيوت العائلات الكويتية وبعض العائلات غير الكويتية .

وعلى النقيض تماماً ما زالت شبكة النقل الحضري بالكويت لم تحظ إقبالاً ملموساً من قبل السكان الكويتيين بسبب عدة عوامل من أهمها الرفاهية التي تعيشها الأسر الكويتية ، وارتفاع نسبة ملكية السيارة الخاصة ، إلى جانب الشكل الاجتماعي الذي يحرص عليه الكويتيون ، وتقتصر حالات الاستفادة من شبكة النقل الحضري على الحالات الطارئة فقط .

وقد اهتمت الدراسة الحالية بشبكة النقل الحضري في دولة الكويت باعتبارها أحد أهم المظاهر الحضرية في المدن المعاصرة ، وإجراء تحليل مكاني آلي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بهدف الوقوف عند أنماط التوزيع الجغرافي لشبكة الطرق في النطاق الحضري ، والعلاقة المكانية لامتداد خطوط الشبكة مع مناطق جذب الحركة اليومية للركاب ، والتوزيع الجغرافي لشبكة النقل الحضري حسب المناطق الحضرية والسكان الإجمالي ، والسكان غير الكويتيين ، هذا إلى جانب إجراء تحليل كمي لدرجة الترابط في شبكة النقل الحضري بالاعتماد على مؤشرات التحليل الخطي مثل مؤشر بيتا ، وجاما ، وألفا ، وقرينة الترابط .

ويمكن إيجاز أهم نتائج الدراسة على النحو التالي :

- يتميز النطاق الحضري في الكويت بتوفر شبكة جيدة من الطرق والشوارع لا تتوفر في مثيلاتها من المدن الخليجية ، حيث تغطي المناطق الحضرية بنسبة 90% وتوجد على شكل نصف دائري يربط طرفي الساحل ، وأخرى إشعاعية تنطلق من قلب المدينة باتجاه محاور النمو العمراني .

- أن محاور انطلاق خطوط شبكة النقل الح ضري وكذلك وصولها هي بمثابة مراكز جذب للحركة اليومية الوافدة سواء في السكن مثل جليب الشيوخ وخيطان والفحيحيل أو بالعمل مثل قلب العاصمة والمناطق الصناعية على امتداد الخطوط في الشويخ الصناعية وشرق .
- إن الطرق الدائرية [الرابع والخامس والسادس] تشغل نسبة 86% م ن مجموع الكثافة المرورية في النطاق الحضري .
- تندر المحطات في المناطق السكنية التي يتمركز فيها السكان الكويتيون ، وتقتصر على محطات توقف لتنـــزيل الركاب ، وهذا يعكس عدم حاجة هذه الفئة من السكان إلى خدمات النقل العام في الوقت الحالي ، واقتصار خدمات النقل العام على مرور الخطوط بين المناطق السكنية كمحاور ربط مروري من ناحية ومحطات توقف للتنـــزيل والتركيب من ناحية أخرى .
- تفتقر بعض المناطق السكنية في مدينة الجهراء إلى شبكة نقل حضري نتيجة للنمو العمراني المتسارع في هذا النطاق .
- توجد علاقة مكانية قوية بين شبكة النقل الح ضري وبين مراكز جذب الحركة اليومية للركاب والمتمثلة في عدم انعزالية واضحة في مناطق جذب الحركة اليومية للركاب أي لا توجد هناك منطقة تخلو تماما من شبكة النقل الحضري ، بل تتركز الشبكة في بعض هذه المناطق بشكل واضح مثل السالمية ، وجليب الشيوخ ، والعاصمة حيث تمت د الشبكة على الطرق الفرعية في هذه المناطق لتحقيق الروابط المكانية فيها .
- تتركز مناطق الجذب للحركة اليومية للركاب في مناطق السكن والعمل بالإضافة إلى مناطق أخرى مثل المراكز التجارية والصحية حيث توجد علاقة مكانية قوية بين شبكة النقل الحضري ومناطق الجذب للحر كة اليومية للركاب وان الارتباط بينهما مباشر .
- تمثل مدينة الجهراء أعلى متوسط عدد للسكان المستفيدين من شبكة النقل الحضري وهذا دليل على نقص شبكة النقل الحضري في هذه المدينة .

- توجد علاقة مكانية قوية بين شبكة الطرق وشبكة النقل الحضري في شرق وشمال النطاق الحضري بينما تضعف هذه العلاقة في الجنوب والغرب .
- ان قيمة مؤشر بيتا هي 1.6 والتي تدل على وجود درجة ترابط قوية في شبكة النقل الحضري ويوجد أكثر من شبكة متكاملة حسب هذا المؤشر ، في حين أن قيمة مؤشر جاما تصل إلى 0.56 فقط ، مما يدل على أنها شبكة متوسطة الترابط ، وهذا يعود إلى قلة تقاطع الخطوط مما يقلل من عدد الوصلات في الشبكة . من جهة أخرى فإن قيمة مؤشر ألفا هي 0.32 ، وهي قيمة منخفضة وتدل بذلك على أن درجة الترابط في الشبكة حسب هذا المؤشر ضعيفة ، وذلك بسبب أن عدد أجزاء الشبكة لا يتعدى الشبكة الواحدة ، أي أنها شبكة غير مركبة ، غير أن قرينة الارتباط بين الوصلات في الشبكة هي 0.03 وهي منخفضة جدا وتعني أن درجة الترابط بين أطراف الشبكة حسب حساب قرينة الارتباط ضعيفة جدا ، إذ أن معظم عقد الشبكة لا تتصل اتصالا مباشرا بجميع عقد الشبكة ، وأن عدد الوصلات القائم فعلا يقل كثيراً عن أقصى عدد ممكن من الوصلات .

التوصـــــــيات

ترى الدراسة ضرورة طرح التوصيات التالية:

- تبين من التحليل المكاني الكمي أن درجة الترابط بين فروع الشبكة قليلة جداً، ولذلك توصي الدراسة بضرورة امتداد خطوط فرعية تصل بين الخطوط الرئيسية لتحقق الترابط بين الشبكة من ناحية، وتقلل صعوبة الاتصال بين المناطق السكنية من ناحية ثانية، وكذلك تستبعد تركز خطوط الحافلات في الطرق الرئيسية دون غيرها من ناحية ثالثة.
- تبين من الدراسة الميدانية الاستطلاعية تكدس الحافلات في وقت واحد عند محطات التوقف المؤقت، وكذلك في الطرق المختلفة مما يعوق حركة المرور، لذلك تقترح الدراسة وضع جدول زمني للحافلات بحيث لاتتقارب أوقات حركتها معاً وتسبب انشغالاً للطرق.

- تبين أيضاً من الدراسة الميدانية بأن تذكرة الركوب تصلح لحافلة واحدة في اتجاه واحد، وعند ضرورة تغيير الحافلة في نفس الاتجاه فان التذكرة تفقد صلاحيتها، مما لايحقق المرونة في الاتصال بين فروع الشبكة، لذلك تقترح الدراسة تعديل صلاحية التذكرة لجميع الخطوط في نفس الاتجاه، أي الاتجاه المعاكس لاتجاه محطة القيام.
- توصي الدراسة بإدخال نظم تحديد المواقع على الحافلات وكذلك شاشة عرض عند محطات التوقف، لكي يتمكن الركاب من معرفة الوقت الذي سوف تستغرقه الحافلة لكي تصل إلى محطة التوقف، وهذا النظام أصبح معمولاً به في معظم الدول الأوروبية كاحدى دعائم التحضر في المدن.

المراجـــــع

أولاً: المراجـــــع العربية:

جعفر حسن الشايقي (1990): أهمية المنهج الشبكي في جغرافية النقل، مجلة الآداب ، جامعة الإمارات، العدد السادس.

سعيد أحمد عبده (1988): أصول جغرافية النقل: دراسة كمية تطبيقية، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

سعيد أحمد عبده (1989): شبكة الطرق البرية بين المدن الرئيسية في دولة الإمارات العربية المتحدة، دراسة تحليلية كمية، المجلة الجغرافي ة العربية، العدد 21، السنة 21، ص 89.

صفوح خير (1990): البحث الجغرافي مناهجه وأساليبه، دار المريخ، الرياض.

صلاح عيسى عبد الجابر (1986): التحليل الكمي لشبكة الطرق البرية بين مدن محافظة المنوفية، المجلة الجغرافية العربية، العدد 18، السنة 18.

طيبة خالد المرزوق (1977): العلاقة بين النمو الحضري ونظام المرور في مدينة الكويت، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الكويت، كلية الآداب والتربية، قسم الجغرافيا.

عبد الله الطرزي (1999): شبكة النقل في منطقة الباطنة بسلطنة عُمان- دراسة جغرافية تحليل كمي، مجلة دراسات الخليج والجز يرة العربية، العدد 92، السنة 24، ص ص 87-123.

عبد الوهاب الهارون وعبد الإله أبوعياش (1980): نظام النقل العام والخدمات الترويحية في الكويت، دراسة ميدانية، وحدة البحوث والترجمة، الجمعية الجغرافية الكويتية، جامعة الكويت، العدد 16.

عبد الوهاب الهارون وعبد الإله أبوعياش (1986): التخطيط للنقل العام: توجهات في التجربة الكويتية، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، الكويت، الطبعة الأولى.

غانم سلطان (1986): تطور العمران في دولة الكويت وأثره في تطور شبكة الطرق وحركة النقل، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإسكندرية، كلية الآدا ب، قسم الجغرافيا.

فاطمة حسين العبد الرزاق (2002): وسيلة النقل ورحلة العمل اليومية بالكويت : دراسة جغرافية تحليلية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، العدد 104، السنة 28.

فايز حسن غراب (1993): شبكة الطرق الحضرية المرصوفة في محافظة كفر الشيخ : دراسة جغرافية، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد الثاني عشر.

محمد إبراهيم رمضان (1995): التمثيل الكارتوجرافي لمسافات الطرق البرية الحقيقية ومدلولاتها الجغرافية، ندوة الاتجاهات الحديثة في علم الجغرافيا، الجزء الأول.

محمد أحمد الرويثي (1991): شبكة الطرق البرية في منطقة المدينة المنورة، دراسة جغرافية تحليلية، الندوة الجغرافية الرابعة، جامعة أم القرى، مكة المكرمة.

نجاح بنت مقبل القرعاوي (1996): شبكة الطرق البرية في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية، دراسة في جغرافية النقل، مكتبة التوبة، الرياض.

ثانياً: المراجـــــع الأجنبية:

Deka, D. (1996): Public Transit in Social Marketing Framework, Journal of Public Transportation, Vol. 1, No.1.

Freidrich, M. (1999): Planning and Analyzing Transit Networks: An Integrated Approach Regarding Requirements of Passengers and Operators, Journal of Public Transportation, Vol. 2, No. 4.

Hammond, R & P. McCullagh (1974): Quantitative Techniques in Geography, Oxford University Press, London.

Hoyle, B. & R.D. Knowles (1992): Modern Transport Geography, Behaves Press, London.

Jia, W. And B. Ford (1999): Transit GIS Applications in Fairfax County, Virginia, Journal of Public Transportation, Vol. 2, No. 4.

Land, L. (1999): Transportation GIS, Environmental Systems Research Institute, Inc., ESRI Press, Redlands, CA, USA

Meyer, M.D. and Miller, E.J. (1984): Urban Transportation Planning: A Decision-Oriented Approach, McGraw-Hill Book Company, New York.

Meyer, D. & Miller, E.J. (2001): Urban Transportation Planning, 2nd Edition, McGraw-Hill, USA.

Mierzejewski, Ed. (1998): A Strategic Approach to the Transportation Planning Process, Journal of Public Transportation, Vol. 2, No. 1.

Prastacos, P. (1991): Integrating GIS Technology in Urban Transportation Planning & Modeling, 70th Annual Transportation Research Board Meeting, Washington, D.C.

Osegueda, R. (1999): GIS-Based Network Routing Procedures for Overweight and Oversized Vehicles, Transportation Engineering, Vol. 124, No. 5, pp. 324-331.

Smith, B. (1999): GIS-Based Support System for On-Demand Flexroute Transit Service, Journal of Public Transportation, Vol. 2, No. 4.

William, R.M. & P.R. Roger (1990): Traffic Engineering, Englewood Cliffs, New Jersey.

ثالثاً: الخرائط والتقارير:

شركة الديار المتحدة (2000أ): أطلس الطرق والشوارع بالكويت Kuwait Street Atlas ، الإصدار الأول، الكويت.

شركة الديار المتحدة (2000ب): خريطة المناطق السكنية بالكويت، الكويت.

شركة النقل العام الكويتية (1999): التقرير الإحصائي السنوي.

شركة النقل العام الكويتية (2000): دليل الراكب، خريطة مسارات النقل العام.

وزارة التخطيط (2000): المجموعة الإحصائية السنوية، العدد السابع والثلاثون، الكويت.

رابعاً: البرامج:

برنامج نظم المعلومات الجغرافية المعروف باسم آركفيو ARC/View 3.2 والبرامج الفرعية المساندة من أهمها برنامج التحليل الخطي للشبكات Arc/View Network Analyst.

الفصل الحادي عشر
تطبيق النمذجة الكارتوجرافية الآلية في توثيق مراحل نمو المدينة العربية
دراسة حالة : مدينة مكة المكرمة قبل نهاية القرن الرابع عشر الهجري(*)

ملخـــص:

تهدف الورقة إلى الاستفادة من التقنيات الحديثة في مجال رصد وتوثيق مراحل نمو المدينة العربي ة وذلك بالاعتماد على تطبيق أسلوب النمذجة الكارتوجرافية الآلية كأحد أساليب تحليل المعلومات المكانية في نظم المعلومات الجغرافية. وتغطي الورقة تصنيف المعلومات الكارتوجرافية التي تغطي تاريخ النمو العمراني لمدينة مكة المكرمة قبل نهاية القرن الرابع عشر الهجري كدراسة حالة كالمخططات القديمة والخرائط التفصيلية القديمة والخرائط الطبوغرافية، وغيرها.

ويلي ذلك وضع نمذجة للمعلومات الكارتوجرافية على أساس البعد الزمني ومن ثم تحويلها من ورقية إلى رقمية فنحصل بذلك على طبقات خرائطية مصنفة على أساس نوع المعلومات المكانية وكذلك البعد الزمني. ومن خلال أسلوب النمذجة الآلية يتم تطبيق أسلوب المطابقة Overlaying Method للحصول على تغطية كاملة لمراحل نمو المدينة، والتي تتيح لنا استحداث خريطة للمدينة في أي فترة زمنية لم يتوفر فيها خرائط وتفيد هذه الطريقة أيضاً في التنبؤ المستقبلي للنمو العمراني بالمدينة.

المصطلحات العلمية: النمذجة الكارتوجرافية الآلية، الخرائط، نظم المعلومات الجغرافية، المدينة العربية، مكة المكرمة، الحرم المكي الشريف

مقدمـــــــــة:

تعالج طرق النمذجة الكارتوجرافية الآلية النقص المعلوماتي الكبير الذي تعاني منه معظم المدن العربية وخاصة المعلومات التي توثق النمو العمراني في صورة خرائط تاريخية، وان وجدت بعضها فإنها تواجه مشاكل عديدة منها عدم توافقها في مقاييس الرسم أو فقدانها لشبكة الإحداثيات وغيرها من البيانات الأساسية التي تساعد على استقرائها.

وعند ضرورة التعريف لمفهوم النمذجة الكارتوجرافية Cartographic Modeling فانه يمكن الإشارة إلى ماذكرته توملين (Tomlin, 1990) بأنه عبارة عن مجموعة من الخرائط على هيئة طبقات خرائطية

(*) هذه الدراسة من أنتاج: أ.د. محمد الخزامي عزيز، منشورة في مجلة الانسانيات، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية فرع دمنهور، 2004، العدد..... ص.ص. ....

Map Layers تشترك فيما بينها في إطار كارتوجرافي واحد يعتمد على المرجعية المكانية المعروفة بالإحداثيات، وإذا أردنا توضيح ذلك فانه يمكن القول بأن النمذجة الكارتوجرافية هي منهجية تطبيقية تختص بمعالجة المعلومات الجغرافية لاستخلاص الوثائق الكارتوجرافية التي تختلف فيما بينها في هدف إنشائها، والفترة الزمنية لانتاجها، ولكنها تشترك فيما بينها في تغطية إقليم جغرافي واحد وتخدم أكثر من موضوع تطبيقي فرعي.

ومن أهم المجالات التطبيقية التي يمكن أن تستفيد من النمذجة الكارتوجرافية هى جغرافية المدن، وخاصة في تحديد المراحل الزمنية التي تمر بها عملية نمو المدينة وترسيم محاور التوسع العمراني . وتمثل مدينة مكة المكرمة مكانة هامة بالنسبة للعالم الإسلامي أجمع وللباحث بصفة خاصة، لذلك نبع اهتمام الباحث بمراحل نمو المدينة المقدسة، وخاصة في الفترة قبل نهاية القرن الرابع عشر الهجري ، حيث ندرة الوثائق الكارتوجرافية التاريخية للمدينة، وعليه أخذ الباحث على عاتقه البحث عن وثائق كارتوجرافية في المراجع الأدبية المتعلقة بالمدينة المقدسة، وأيضا في دول عديدة مثل المملكة العربية السعودية، والكويت، ومصر.

ونظراً لصعوبة الحصول على وثائق كارتوجرافية للفترات الحديثة للمدينة المقدسة – كأحد معوقات البحث العلمي في الدول العربية – لذلك اقتصر الباحث على توثيق مراحل نمو مدينة مكة المكرمة حتى نهاية القرن الرابع عشر الهجري ، وذلك على مستويين: أولهما مراحل التوسعة التي شهدها الحرم المكي الشريف؛ وثانيهما مراحل نمو العمران في مكة المكرمة.

الدراسات السابقة:

تمثل دراسة السرياني (1986) أهم الدراسات الجغرافية المتعلقة مباشرة بموضوع الدراسة الحالية، حيث قدمت تغطية بحثية جغرافية كاملة لتطور النمو العمراني في مكة المكرمة، بالإضافة إلى تحليل لنظريات نمو المدن ومدى مطابقتها على نمط النمو العمراني في مكة المكرمة، وتعتبر دراسة السرياني المصدر المعلوماتي الجغرافي الأساسي للدراسة الحالية.

أما الدراسات التي سبقت دراسة السرياني وتتعلق بنمو مدينة مكة المكرمة تأتي دراسة عبد الباقي (1403 هـ) حول التركيب الداخلي لمكة المكرمة، ودراسات تاريخية عديدة أهمها دراسة السباعي (1399هـ) حول تاريخ مكة المكرمة، ودراسة باسلامة (1400هـ) حول تاريخ عمارة المسجد الحرام.

ومن أهم الدراسات التي ركزت على الخصائص المشتركة لنمو المدينة العربية هى دراسة سراج الدين (1401هـ) بعنوان المدينة العربية وتراثها الحضاري الإسلامي بين المكونات المادية والمقومات المعنوية، ودراسة الموسوي (1982) حول العوامل التاريخية لنشأة وتطور المدن العربية الإسلامية،

ودراسة فويلاتي (1401 هـــ) حول الخصائص المشتركة للمدينة العربية والمتمثلة بمدينة دمشق القديمة.

أما في مجال النمذجة الكارتوجرافية الآلية لمراحل النمو العمراني للمدينة العربية تأتي دراسة عزيز (2001) حول مدينة الكويت، حيث قدمت ا لدراسة نموذجاً تطبيقياً لإمكانيات الاستفادة من التقنيات الحديثة في مجال دراسة تطور نمو العمران في الكويت لفترة زمنية تتعدى 250 عاماً منذ نشأة العمران في الكويت وحتى الوقت الحالي. وتمثل هذه الدراسة مرجعية تطبيقية للدراسة الحالية.

موضوع الدراسة ومبررات اختياره:

يركز موضوع الدراسة على النمذجة الكارتوجرافية الآلية للوثائق الكارتوجرافية للنمو العمراني في مكة المكرمة حتى نهاية القرن الرابع عشر الهجري، حيث يركز على توثيق كارتورجرافي للمراحل المختلفة لتوسعة الحرم المكي الشريف وكذلك مراحل نمو العمران بالمدينة المقدسة.

ويمكن بلورة مبررات اختيار الموضوع على النحو التالي:

1 - حاجة المدن العربية إلى التوثيق الكارتوجرافي التاريخي لمراحل نموها، ولاسيما مكة المكرمة.

2 - المكانة الخاصة للمدينة المقدسة لدى الجغرافيين المسلمين على مر التاريخ تجعلها تحتل اهتمام الباحث في توثيق التاريخ الكارتوجرافي لها.

3 - توفر بعض الخرائط التاريخية لمكة المكرمة في خارج المملكة العربية السعودية وتحتاج الى توثيقها كارتوجرافياً.

4 - الاستفادة المثلى من التقنيات الحديثة في معالجة قضية جغرافية هامة.

5 - المساهمة في الملتقى الجغرافي العربي الثالث ببحث يتعلق بموضوع المل تقى من ناحية، ويرتبط بالبلد المضيف للملتقى من ناحية أخرى.

6 - تطبيق النمذجة الكارتوجرافية الآلية على مكة المكرمة بعد نجاح نفس المنهجية على مدينة الكويت في دراسة سابقة.

أهداف الدراســــة:

تكمن الأهداف الأساسية للدراسة الحالية في إمكانية الاستفادة التطبيقية من التقنيات الحديثة في توثيق التاريخ الكارتوجرافي للنمو العمراني لمكة المكرمة، ويمكن إنجاز ذلك من خلال الأهداف التفصيلية التالية:

1 - إجراء دراسة تصنيفية للوثائق الكارتوجرافية التاريخية المتعلقة بمراحل توسعة الحرم المكي الشريف، وكذلك بمراحل نمو العمران في مكة المكرمة حتى نهاية القرن الرابع عشر الهجري.

2 - استخلاص محاور للتاريخ الكارتوجرافي لكل من توسعة الحرم المكي الشريف، والعمران في المدينة المقدسة.

3 - تحويل الوثائق الكارتوجرافية لكل من مراحل توسعة الحرم وكذلك العمران إلى وثائق كارتوجرافية آلية في نظم المعلومات الجغرافية.

4 - تطبيق النموذج الكارتوجرافي الآلي Automated Cartographic Model على الوثائق الكارتوجرافية.

5 - تطبيق النموذج المكاني الزمني Spatio-Temporal Model على نتيجة النموذج الكارتوجرافي بهدف استحداث خرائط تاريخية لفترات زمنية تفتقر لوجود وثائق كارتوجرافية.

المنهج البحثي وأسلوب الدراسة:

كما سبقت الإشارة؛ تعتمد الدراسة على منهج النمذجة الكارتوجرافية كأحد المناهج التطبيقية للنمذجة المعلوماتية Information Modeling وذلك بشقيها النمذجة المكانية والزمنية للبعد التاريخي للوثائق الكارتوجرافية قبل نهاية القرن الرابع عشر الهجري.

ويتم تنفيذ المنهج البحثي بالاعتماد على الأسلوب التطبيقي التالي:

أولاً: جمع الوثائق الكارتوجرافية التاريخية التي تغطي مراحل التوسعة للحرم المكي الشريف منذ التوسعة الأولى عام 17 هـــ وحتى التوسعة السعودية الثالثة عام 1398 هـــ.

ثانياً: جمع الوثائق الكارتوجرافية التاريخية التي تغطي مراحل النمو العمراني لمكة المكرمة منذ أقدم الوثائق وحتى الوثائق التي صدرت في نهاية القرن الرابع عشر الهجري تقريباً.

ثالثاً: تحويل الوثائق التاريخية الواردة في فقرة (أولاً) و (ثانياً) من ورقية إلى رقمية وذلك بعد توحيد نظام إحداثي فيما بينها.

رابعاً: نمذجة آلية للوثائق الكارتوجرافية المختلفة وذلك بعد استخلاص المساحات التي توضح المراحل التاريخية المختلفة.

خامساً: تطبيق النمذجة المكانية التاريخية على نتيجة فقرة (رابعاً) لانتاج خرائط تاريخية لمراحل لم تتوفر لها خرائط.

وتعتمد الدراسة على مجموعة من البرامج المتخصصة والتي تساعد على إنجاز الأسلوب التطبيقي من أهمها:

- برنامج فوتوشوب PhotoShop : لإجراء المسح الضوئي Scanning للوثائق الكارتوجرافية التاريخية.

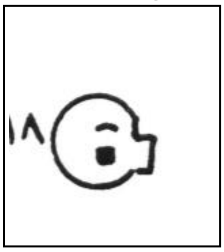
- برنامج آركفيو Arc/View : لإجراء تحويل للخرائط إلى رقمية في نظم المعلومات الجغرافية، وإعداد قاعدة معلومات كارتوجرافية للوثائق المختلفة.
- برنامج النمذجة المكانية Model Builder: لإجراء مهام النمذجة الآلية والحصول على نتائج الدراسة.

المناقشة والتحليل

أولاً: تصنيف الوثائق الكارتوجرافية لتوسعة الحرم المكي الشريف:

تضم الوثائق الكارتوجرافية لتوسعة الحرم المكي الشريف سلسلة من الرسومات (السرياني، 1986، ص14) التي تغطي الجهود المباركة لتوسعة الحرم منذ عام 18 قبل الهجرة النبوية الشريفة الموافق عام 603 ميلادي ولغاية التوسعة في العهد السعودي في الربع الأخير من القرن الرابع عشر الهجري. ويمكن تصنيف الوثائق التي تغطي المرحلة (أشكال 1-11)[1] على النحو التالي:

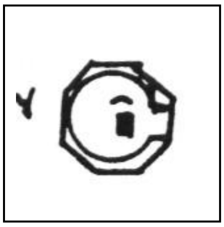
1) مخطط الحرم المكي الشريف في عهد قريش : يتوفر مخطط للحرم عام 18 قبل الهجرة النبوية الشريفة الموافق عام 603 ميلادية، حيث قام قصي بن كلاب أحد أحفاد سيدنا إسماعيل عليه السلام والذي عاد من العراق، قام بتخطيط ساحة دائرية حول الكعبة الشريفة للطواف وسمح بالبناء خارجها، وبنى سكنه وأولاده حول الكعبة، وبذلك استقر العمران حول الكعبة، حيث كانت المساكن على شكل دائري على عكس الكعبة الشريفة.



شكل (1): مخطط ساحة الحرم عام 18 قبل الهجرة

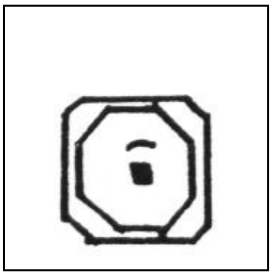
2) مخطط التوسعة في عهد الخليفة عمر بن الخطاب رضى الله عنه : تعود التوسعة في عهد عمر بن الخطاب الى عام 17 هجرية الموافق 637ميلادية، حيث اشترى بعض الدور المحيطة بالمسجد وهدمها ووسع ساحة المسجد وسد مداخل السيول، وقد أخذت ساحة الحرم شكل ثماني بدلاً من الشكل الدائري فيما قبل.

[1] جميع المخططات لساحة الحرم المكي الشريف مصدرها السرياني، 1986، ص 14 نقلاً عن: مكتب تخطيط وتنمية مكة المكرمة.



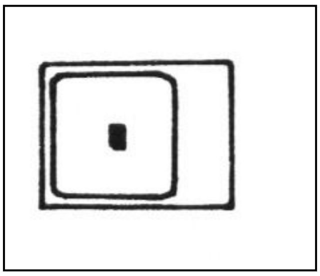
شكل (2): مخطط ساحة الحرم عام 17 هجرية

3) مخطط التوسعة في عهد الخليفة عثمان بن عفان رضي الله عنه : قام عثمان بن عفان في عام 26 هجرية الموافق 646 ميلادية بشراء مزيداً من الدور بهدف توسعة ساحة الحرم، وعليه أخذت شكل الساحة شكلاً مستطيلاً، هذا إلى جانب القيام بإصلاحات بعض الطرق المؤدية للحرم.



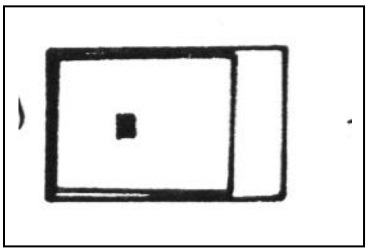
شكل (3): مخطط ساحة الحرم عام 26 هجرية

4) مخطط التوسعة في عهد عبد الله بن الزبير: أعاد عبد الله بن الزبير بناء الكعبة عام 65 هجرية الموافق 685ميلادية، وأضاف توسعة كبيرة على الحرم حيث تضاعفت ساحة المسجد الحرام لأول مرة.



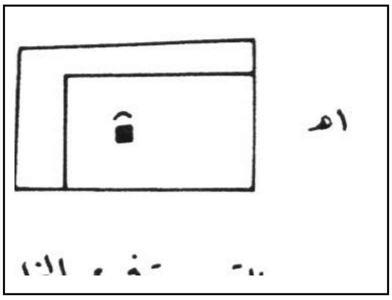
شكل (4): مخطط ساحة الحرم عام 65هجرية

5) مخطط التوسعة في عهد الخليفة الوليد بن عبد الملك: جاءت توسعة ساحة الحرم في الاتجاه الشرقي بمساحة إضافية تصل إلى 30% من ساحة الحرم قبلها، وذلك في عام 91 هجرية الموافق عام 711 ميلادي.



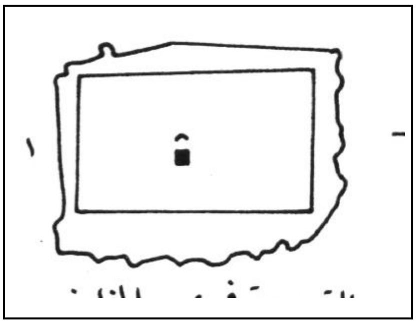
شكل (5): مخطط ساحة الحرم عام 91 هجرية

6) مخطط التوسعة في عهد الخليفة أبي جعفر المنصور : قام الخليفة أبي جعفر المنصور في عام 137 هجرية الموافق 757ميلادية بإجراء توسعة في شمال وغرب ساحة الحرم، حيث أدت إلى إخلاء البيوت في منطقة الحرم، وتسكين أصحابها عند أطراف المدينة مما ترتب عليه اتساع رقعة المدينة.



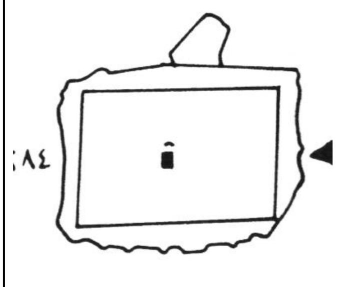
شكل (6): مخطط ساحة الحرم عام 137 هجرية

7) مخطط التوسعة في عهد الخليفة محمد المهدي : قام الخليفة المهدي عام 161 هجرية الموافق عام 781ميلادية، ولأول مرة تجرى توسعة ساحة الحرم من جميع الجهات الأربع وليس من جهة واحدة.



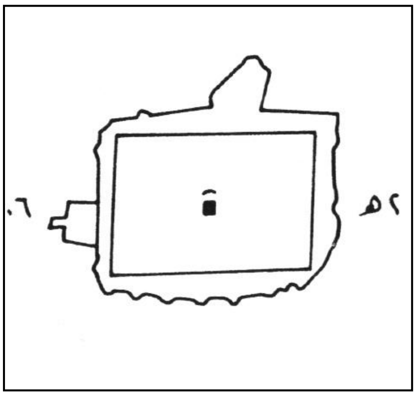
شكل (7): مخطط ساحة الحرم عام 161 هجرية

8) مخطط التوسعة في عهد الخليفة المعتضد العباسي : انعكست ضعف الدولة العباسية على مساحة التوسعة بالحرم حيث اقتصرت على إضافة مساحة صغيرة إلى الشمال من ساحة الحرم وذلك في عام 284هجرية الموافق 904 ميلادية.



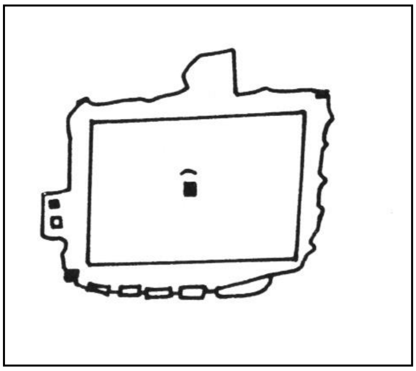
شكل (8): مخطط ساحة الحرم عام 284 هجرية

9) مخطط التوسعة في عهد الخليفة المقتدر العباسي : امتد تأثير ضعف الدولة العباسية على هذه الفترة حيث اقتصرت التوسعة المتواضعة هنا على إضافة مساحة صغيرة إلى الغرب من ساحة الحرم وذلك في عام 306 هجرية الموافق 926ميلادية.



شكل (9): مخطط ساحة الحرم عام 306 هجرية

10) مخطط التوسعة في عهد الأتراك العثمانيين : بالرغم من طول فترة الوجود العثماني في الأراضي المقدسة مابين عام 923 هجرية الموافق 1543ميلادية وعام 1341هجرية الموافق 1941ميلادية، إلا أن جهودهم اقتصرت على التجديدات للحرم وأهمها في عهد السلطان سليم الأول، بالإضافة إلى تمهيد الطرق وتوسعة الشوارع، وانتشار البيوت والمساكن لأول مرة على سفوح الجبال المطلة مباشرة على الحرم الشريف.

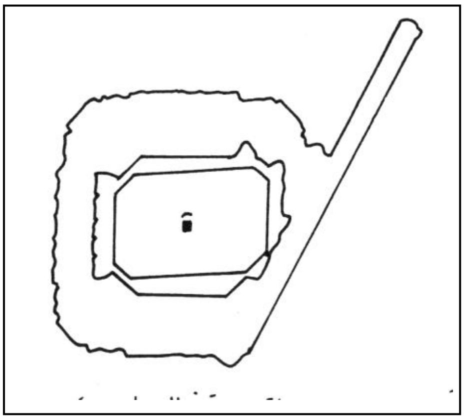


شكل (10): مخطط ساحة الحرم عام 1341 هجرية

11) مخطط التوسعة في العهد السعودي: تعود أولى التوسعات السعودية إلى عهد الملك عبد العزيز رحمه الله في الفترة مابين 1375هجرية الموافق عام 1955ميلادية إلى عام 1398هجرية الموافق عام 1978ميلادية، ويوضح المخطط سمات التوسعة في هذه الفترة على النحو التالي:

- فتح الطرق الرئيسية حول الحرم مثل شارع الملك من أجياد إلى السوق الصغير.
- هدم المساكن التي كانت تمتد في المسعى، وتشييد طابقي للمسعى.
- تنظيف أرض المسعى وتحويل مجرى السيل.

- إجراء توسعات جنوب وغرب الحرم.
- إنشاء ساحة ضخمة تفصل الحرم عن مساكن السوق الصغير ثم ساحة كبيرة إمام باب الملك عبد العزيز.
- بناء الجزء الشرقي من الحرم، وترميم توسعة العهد العثماني.

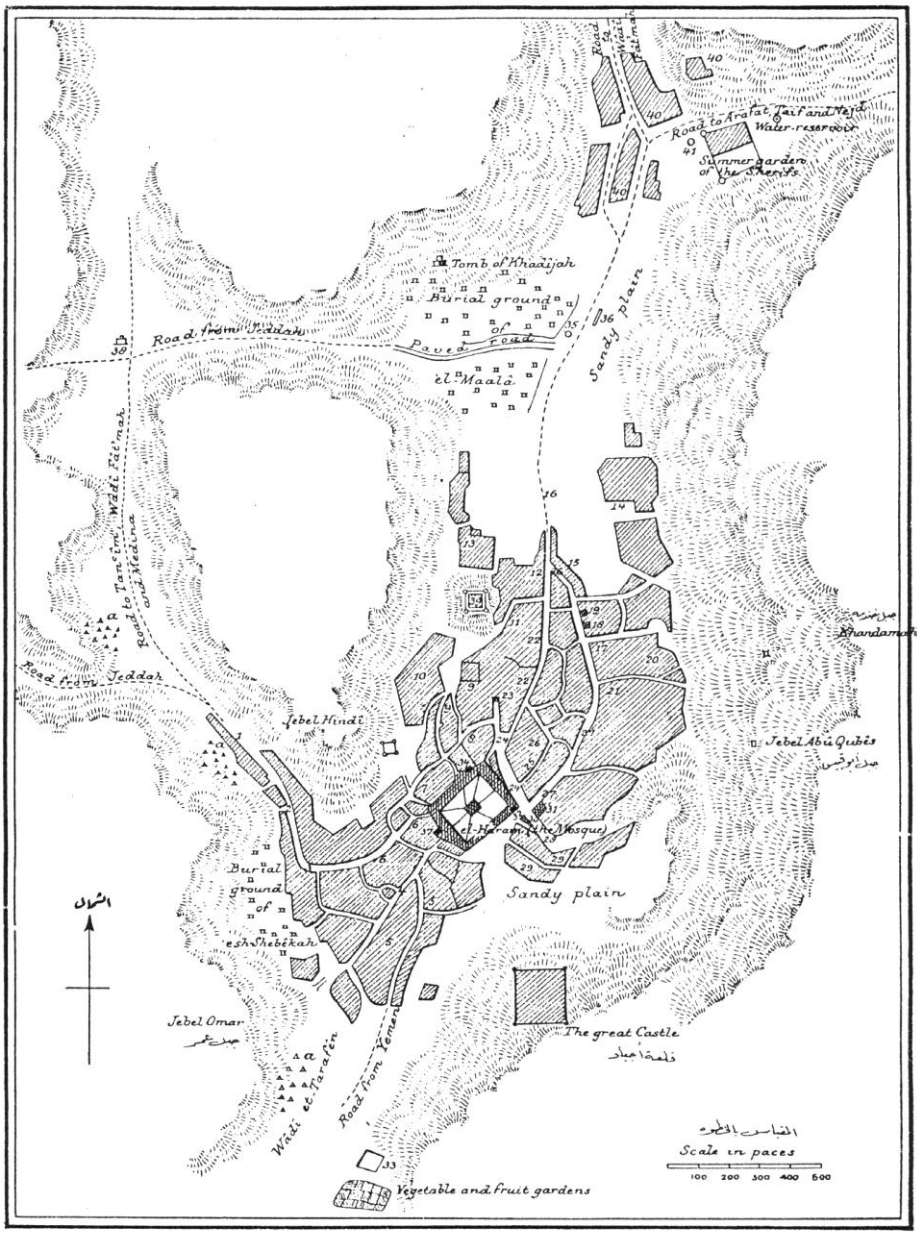


شكل (11): مخطط ساحة الحرم عام 1398 هجرية

ثانياً: تصنيف الوثائق الكارتوجرافية للنمو العمراني في مدينة مكة المكرمة:

يمكن تصنيف الوثائق الكارتوجرافية التي اعتمدت عليها الدراسة الحالية في مجال النمو العمراني حتى نهاية القرن الرابع عشر الهجري حوالي عام 1398 هجرية، على النحو التالي:

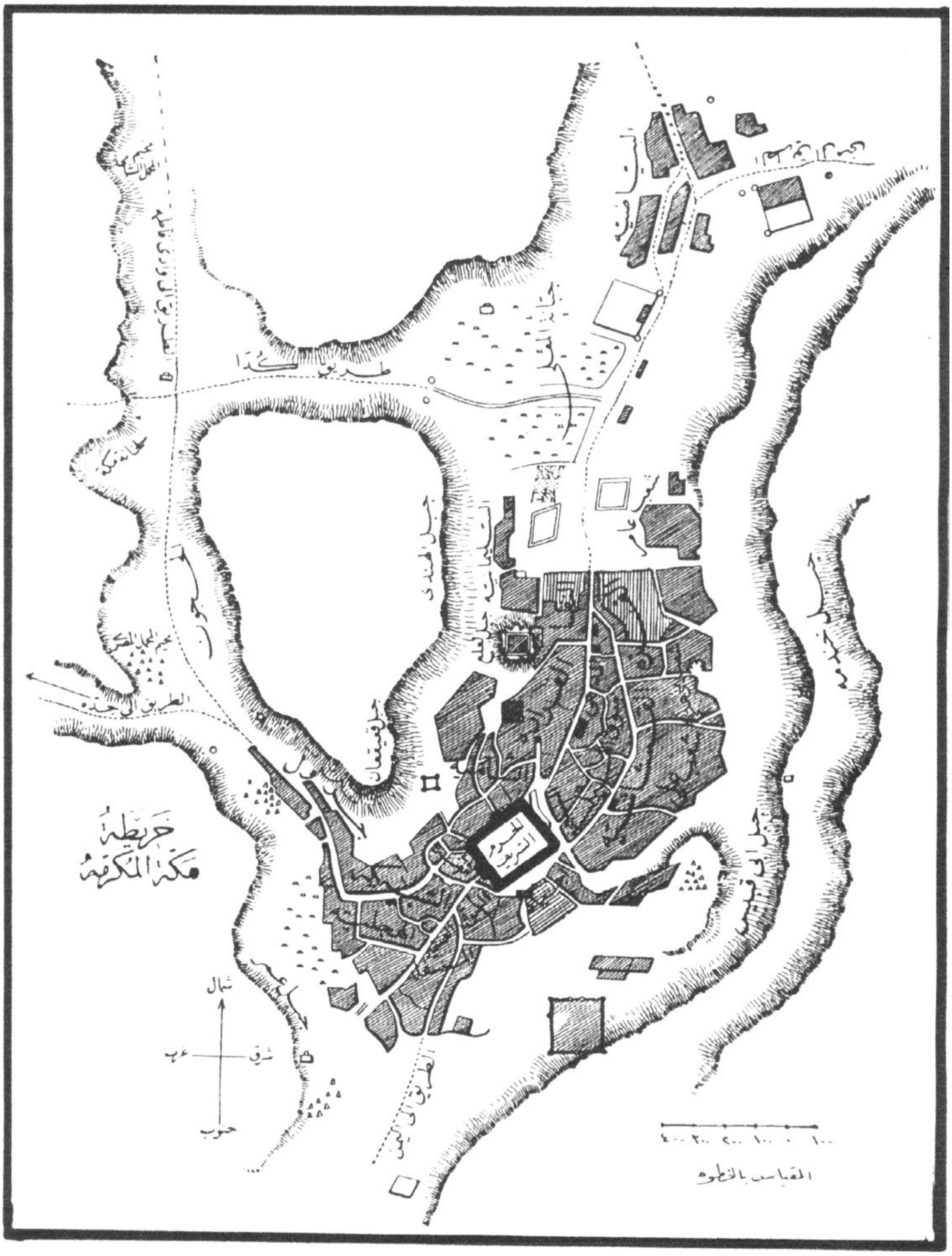
1) خريطة مكة المكرمة في نهاية القرن الثالث عشر اله جري الموافق عام 1885ميلادي (شكل12) المصدر: السرياني، 1986، ص 24 نقلاً عن: السرياني وميرزا، نادي مكة الثقافي).



شكل (12): خريطة مكة المكرمة في نهاية القرن الثالث عشر الهجري (1885م)

المصدر: السرياني، 1986، ص 24 نقلاً عن: صفحات مطوية من تاريخ مكة، ترجمة السرياني، ومرزا، نادي مكة الثقافي.

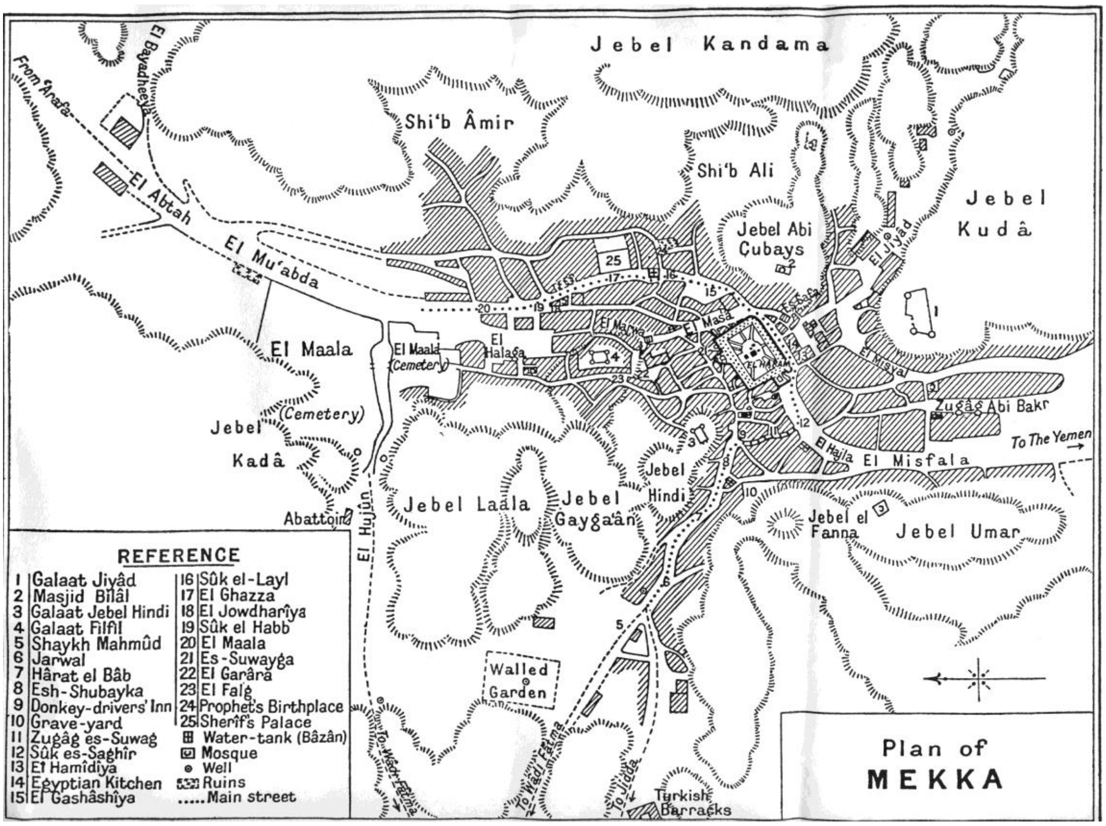
2) خريطة مكة المكرمة في منتصف القرن الرابع عشر الهجري (عام 1344هجري الموافق 1924 ميلادي). (شكل 13)، المصدر: السرياني، 1986، ص 26 نقلاً عن: إبراهيم رفعت باشا، 1925



شكل (13): خريطة مكة المكرمة في منتصف القرن الرابع عشر الهجري

المصدر: السرياني، 1986، 26 نقلاً عن: إبراهيم رفعت باشا.

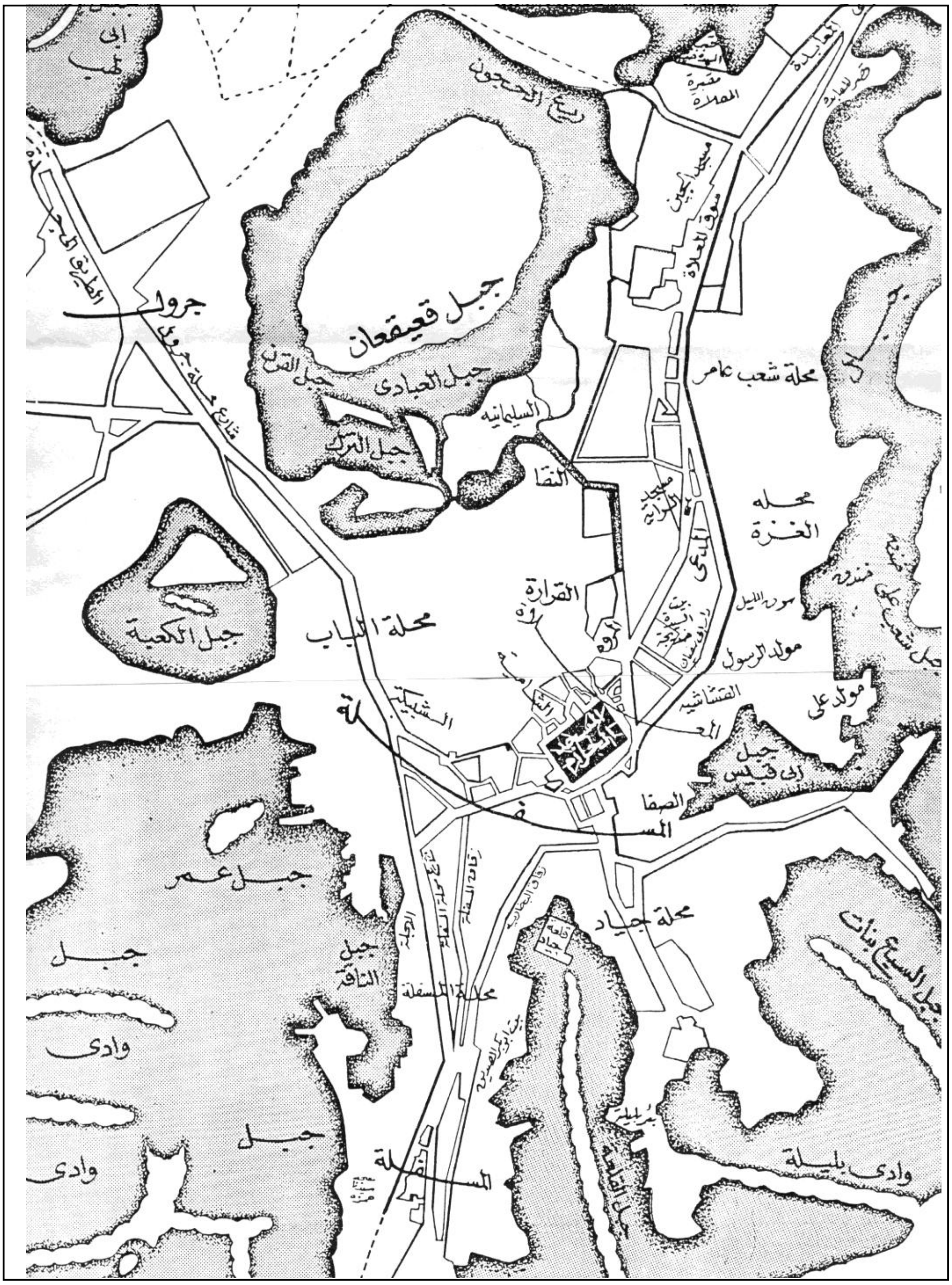
3) خريطة مكة المكرمة عام 1923 ميلادي الموافق 1343 هجري. (شكل 14)، المصدر : British Library Cataloging, 1993, Vol. 10



شكل (14): خريطة مكة المكرمة في عام 1343 هجرية الموافق 1923ميلادية

المصدر: British Library Cataloging, 1993, Vol. 10

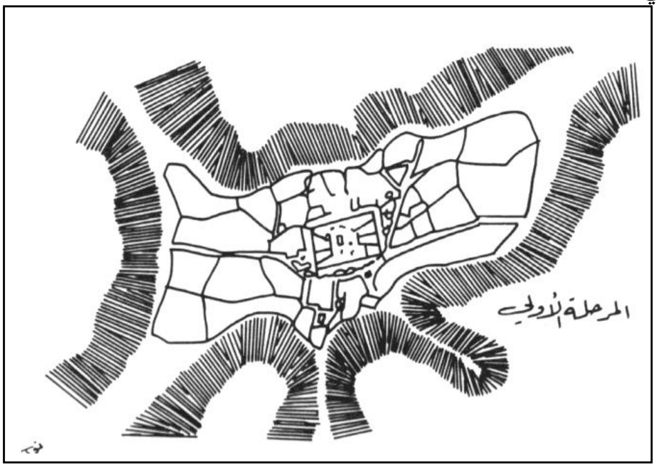
4) خريطة مكة معالمها وجبالها ووديانها ، عمل : جلال الجويلي. عام 1956 ميلادي الموافق عام 1376 هجرية. (شكل 15) المصدر: British Library Cataloging, 1993, Vol. 10



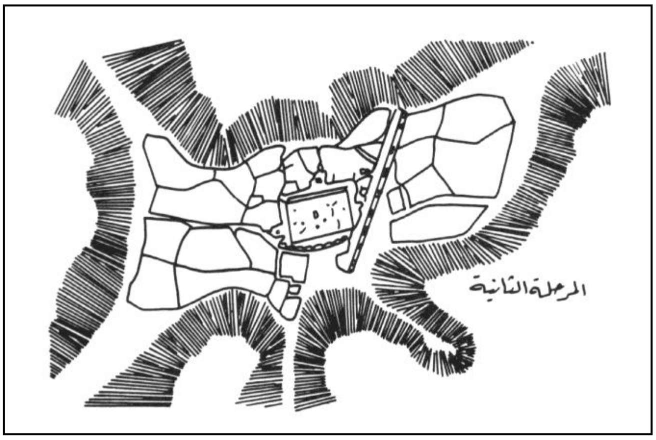
شكل (15): خريطة مكة المكرمة وضواحيها عام 1376 هجرية الموافق 1956 ميلادية

المصدر: British Library Cataloging, 1993, Vol. 10

5) مخططات مراحل التوسعة السعودية للحرم الشريف . المصدر: السرياني، 1986، ص 29، نقلاً عن: مصطفى عبد الباقي، 1403هجرية. (أشكال 16، 17، 18) [2]

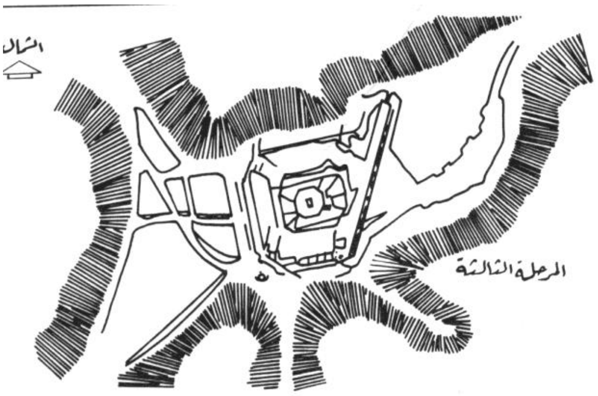


شكل (16): مخطط المرحلة الأولى من التوسعة للحرم في العهد السعودي



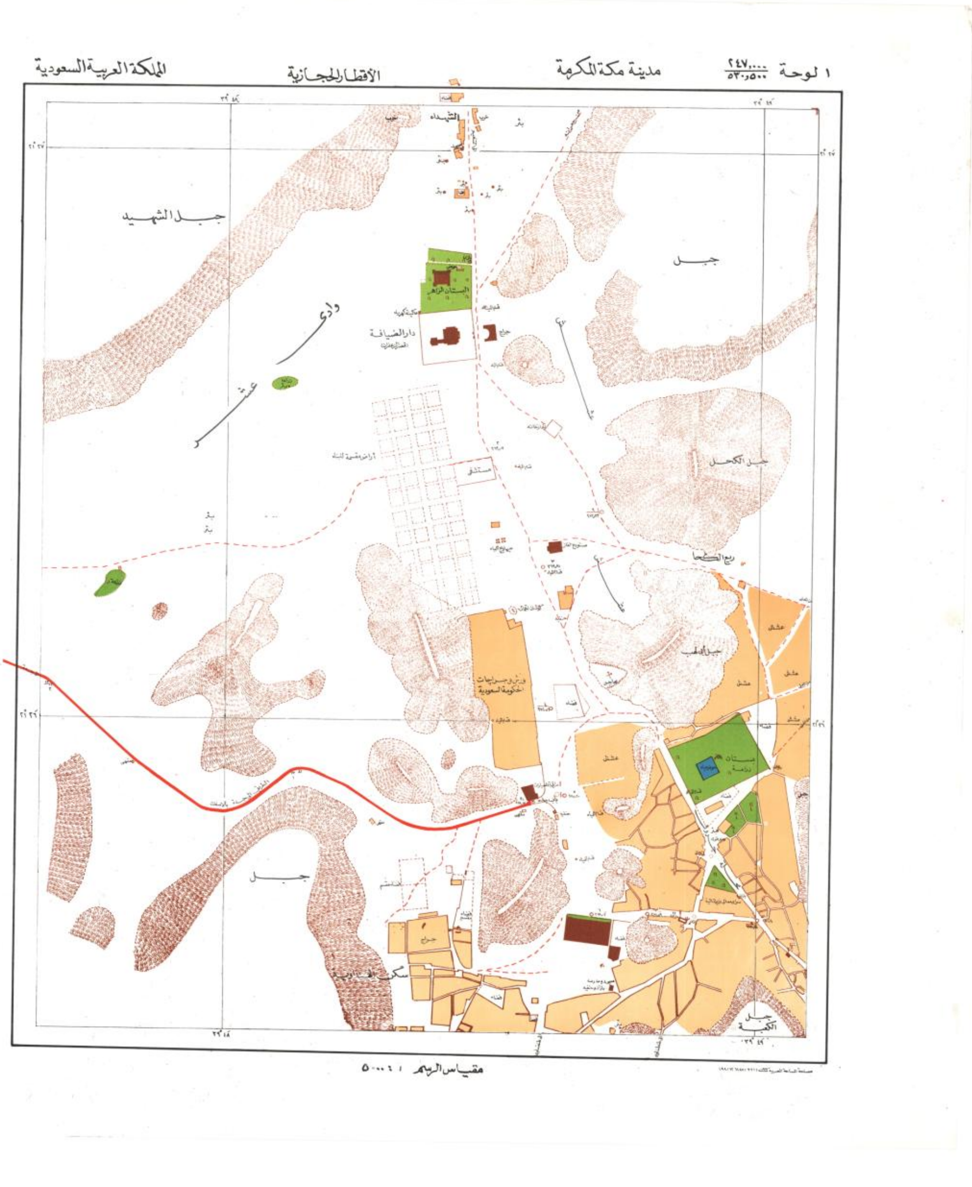
شكل (17): مخطط المرحلة الثانية من التوسعة للحرم في العهد السعودي

[2] الأشكال 16، 17، 18 مصدرها: السرياني، 1986، ص 29 نقلاً عن: مصطفي عبد الباقي، 1403هـ.



شكل (18): مخطط المرحلة الثالثة من التوسعة للحرم في العهد السعودي

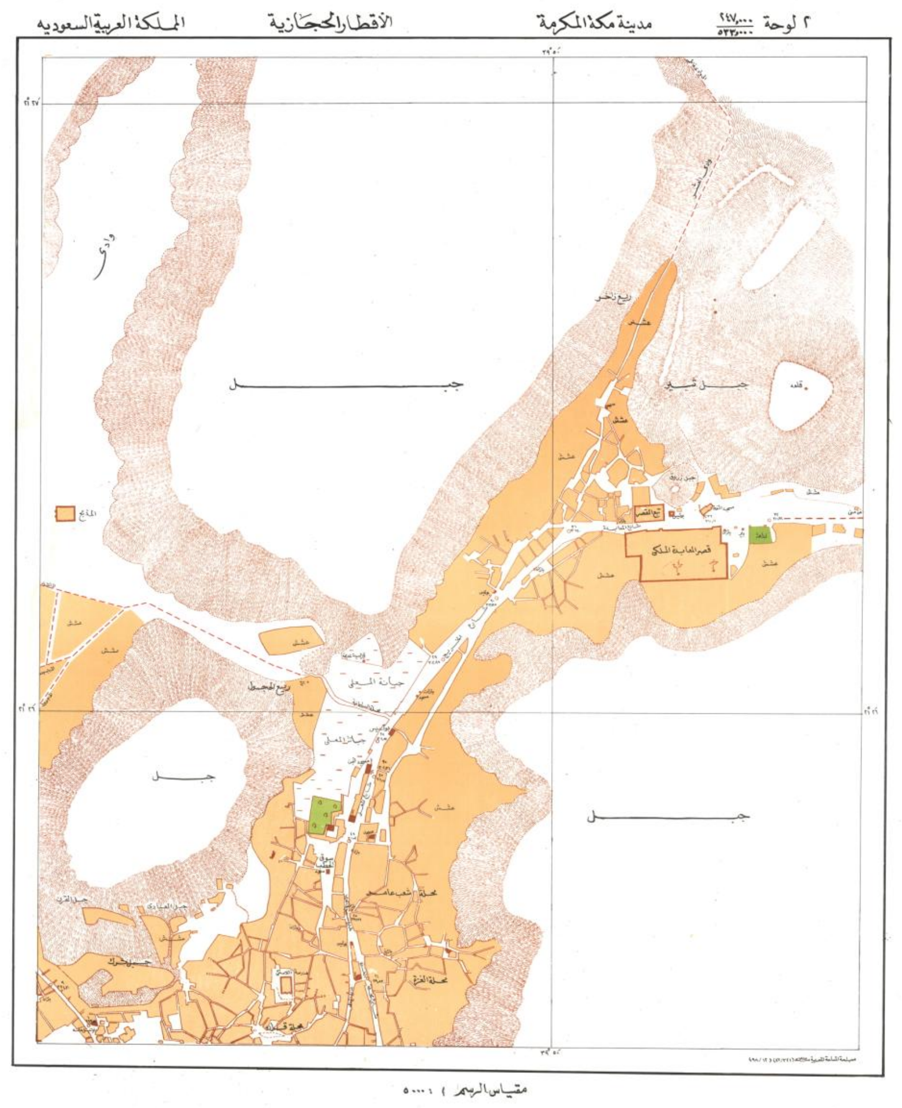
6) اللوحات الطبوغرافية لمدينة مكة المكرمة مقياس 1:5000، إصدار عام 1364هجرية الموافق عام 1947 ميلادية. المصدر: مصلحة المساحة المصرية، القاهرة . (أربع لوحات). (أشكال 19– 22).



شكل (19): خريطة مدينة مكة المكرمة – الأقطار الحجازية مقياس: 5000:1

اللوحة رقم (1) اللوحة الشمالية الغربية.

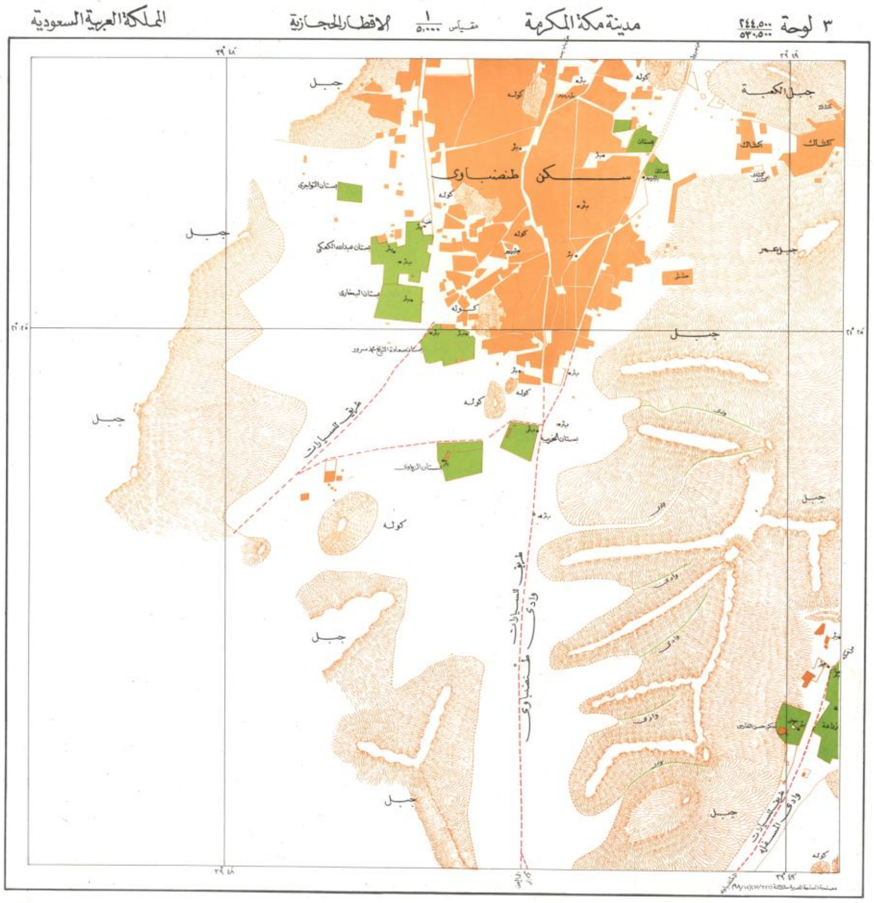
المصدر: مصلحة المساحة المصرية، 1947 ميلادية الموافق 1364 هجرية.



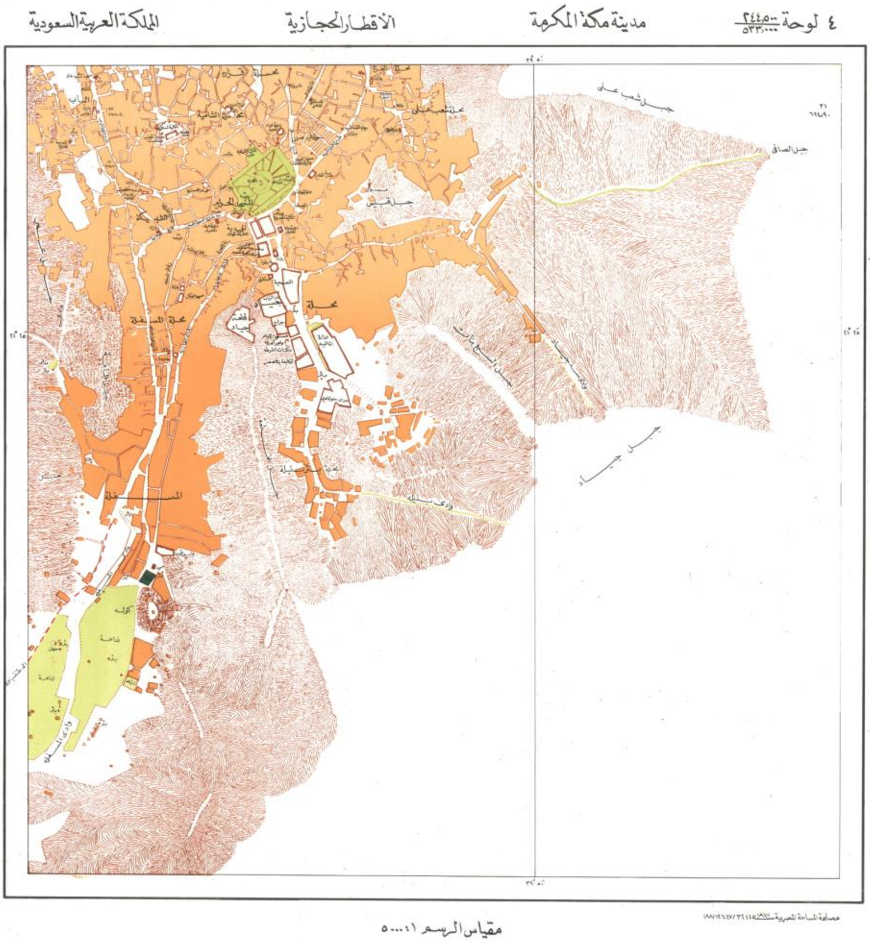
شكل (20): خريطة مدينة مكة المكرمة – الأقطار الحجازية مقياس: 5000:1

اللوحة رقم (2) اللوحة الشمالية الشرقية

المصدر: مصلحة المساحة المصرية، القاهرة عام 1947ميلادية الموافق 1364 هجرية.



شكل (21): خريطة مدينة مكة المكرمة – الأقطار الحجازية مقياس: 5000:1
لوحة رقم (3) اللوحة الجنوبية الغربية
المصدر: مصلحة المساحة المصرية، القاهرة، 1946 ميلادية، الموافق 1364هجرية.



شكل (22): خريطة مدينة مكة المكرمة – الأقطار الحجازية مقاس: 5000:1

اللوحة رقم (4) اللوحة الجنوبية الشرقية

المصدر: مصلحة المساحة المصرية، القاهرة، 1947 ميلادية الموافق 1364 هجرية.

ثالثاً: بناء النموذج الكارتوجرافي الآلي للدراسة:

يقصد بالنموذج الكارتوجرافي الآلي Automated Cartographic Model هنا هو بناء المرجعية الكارتوجرافية واستخلاص طبقات خرائطية Map Layers للوثائق سابقة الذكر وترتيبها حسب الموضوع والفترة التاريخية للوثيقة ومن ثم تحقيق إجراء التصحيح الهندسي بهدف تحقيق المطابقة المكانية Spatial Overlaying للوثائق المختلفة والوصول إلى مستوى المحاكاة المكانية للتاريخ الكارتوجرافي للحرم المكي الشريف والعمران في مكة المكرمة.

وتعتمد عملية بناء النموذج الكارتوجرافي على سلسلة من المراحل التطبيقية على النحو التالي:

مرحلة إدخال الوثائق الكارتوجرافية:

تعتمد هذه المرحلة على إجراء مسح ضوئي Scanning لجميع الوثائق الكارتوجرافية لكل من الحرم المكي الشريف والعمران في مكة المكرمة.

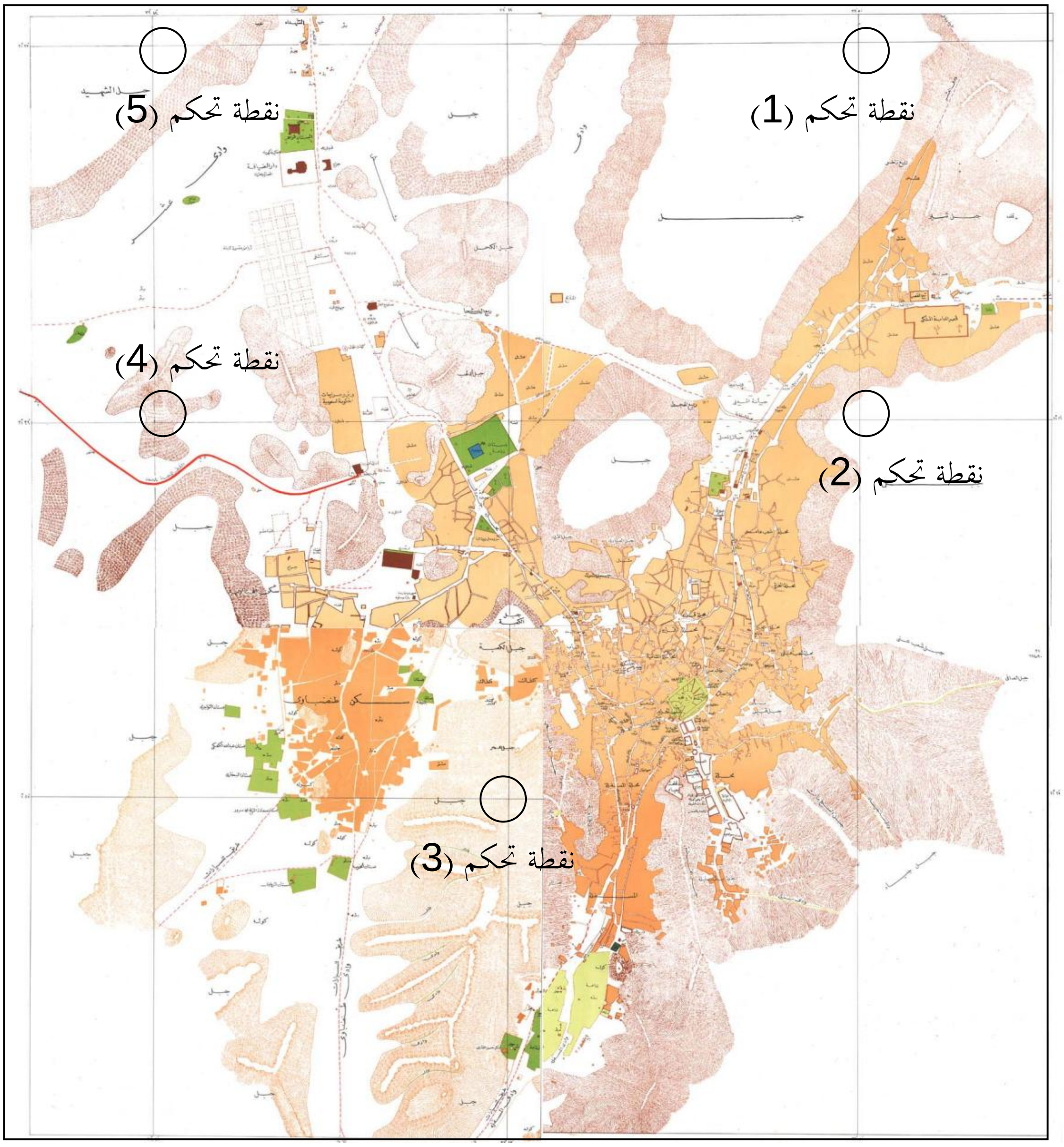
مرحلة تجهيز الخريطة المرجعية للنمذجة الكارتوجرافية:

تحتاج النمذجة الكارتوجرافية الى خريطة طبوغرافية تعود للفترة التي يتم فيها إجراء النمذجة الكارتوجرافية، ولهذا الهدف تم اختيار الخريطة الطبوغرافية لمكة المكرمة من إنتاج مصلحة المساحة المصرية عام 1314 هجرية الموافق عام 1947 ميلادية في أربعة لوحات بمقياس رسم 5000:1 باعتبارها الخريطة المرجعية Reference Map لجميع الوثائق الكارتوجرافية الأخرى، حيث تم عمل موزايك Mosaic أي صورة مجمعة واحدة للوحات الطبوغرافية (شكل 23).

ثم تم إجراء التصحيح الهندسي Geometric Correction للصورة المجمعة من اللوحات الطبوغرافية، وذلك بإدخال إحداثيات جغرافية بواسطة برنامج تحليل المرئيات الفضائية Image Analysis والذي يعمل تحت بيئة برنامج آركفيو GIS Arc/View حيث يتطلب الأمر إدخال الحد الأدنى من نقاط التصحيح الهندسي وهو أربعة نقاط تحكم Control Points وقد تم الاعتماد على نقاط تقاطع شبكة الإحداثيات على الصورة المجمعة في اختيار نقاط التحكم (شكل 23)، والتي تظهر في الجدول (1).

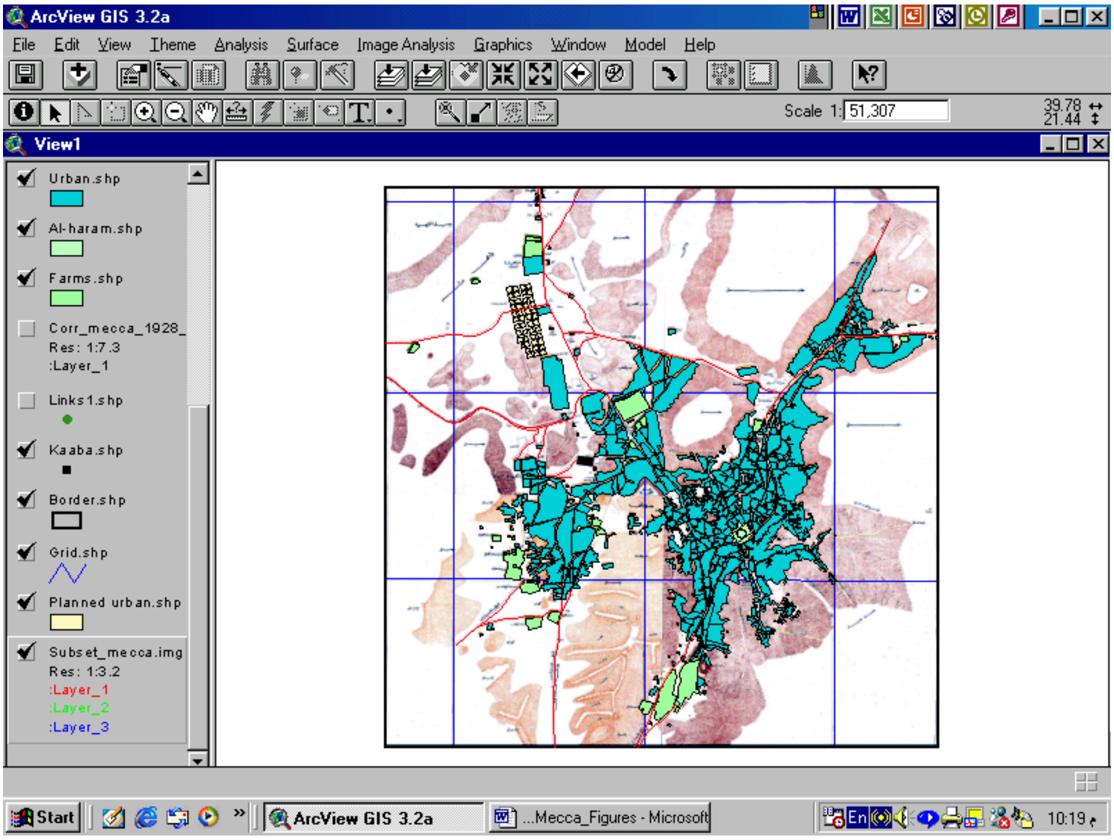
رقم النقطة	إحداثية خط الطول (X)	إحداثية دائرة العرض (Y)
1	39.8333° شرق	21.45° شمال
2	39.8333° شرق	21.4333°شمال
3	39.8166°شرق	21.41666°شمال
4	39.8° شرق	21.43337° شمال
5	39.8° شرق	21.45° شمال

جدول (1): إحداثيات نقاط التحكم في الخريطة الطبوغرافية المرجعية



شكل (23): صورة مجمعة من اللوحات الأربع شكل 19-22)

وبعد عملية التصحيح الهندسي تم ترقيم Digitizing المساحات العمرانية وشبكة الطرق وساحة الحرم المكي الشريف، والمزارع من الصورة المجمعة بعد إجراء التصحيح الهندسي، وذلك بهدف إنتاج خريطة طبوغرافية خطية Topographic Vector Map تساعد في عمليات التصحيح الهندسي للوثائق الكارتوجرافية الأخرى والتي تفتقد إلى إحداثيات، حيث تساعد المعالم الجغرافية على مطابقة الوثائق على الخريطة الخطية (شكل24).



شكل (24): الخريطة الطبوغرافية الخطية بعد عملية الترقيم

3) **مرحلة التصحيح الهندسي للوثائق الكارتوجرافية** لساحة الحرم المكي الشريف وكذلك للعمران في مكة المكرمة، وتمثل هذه المرحلة أصعب وأهم المراحل التنفيذية في الدراسة وذلك للأسباب التالية:

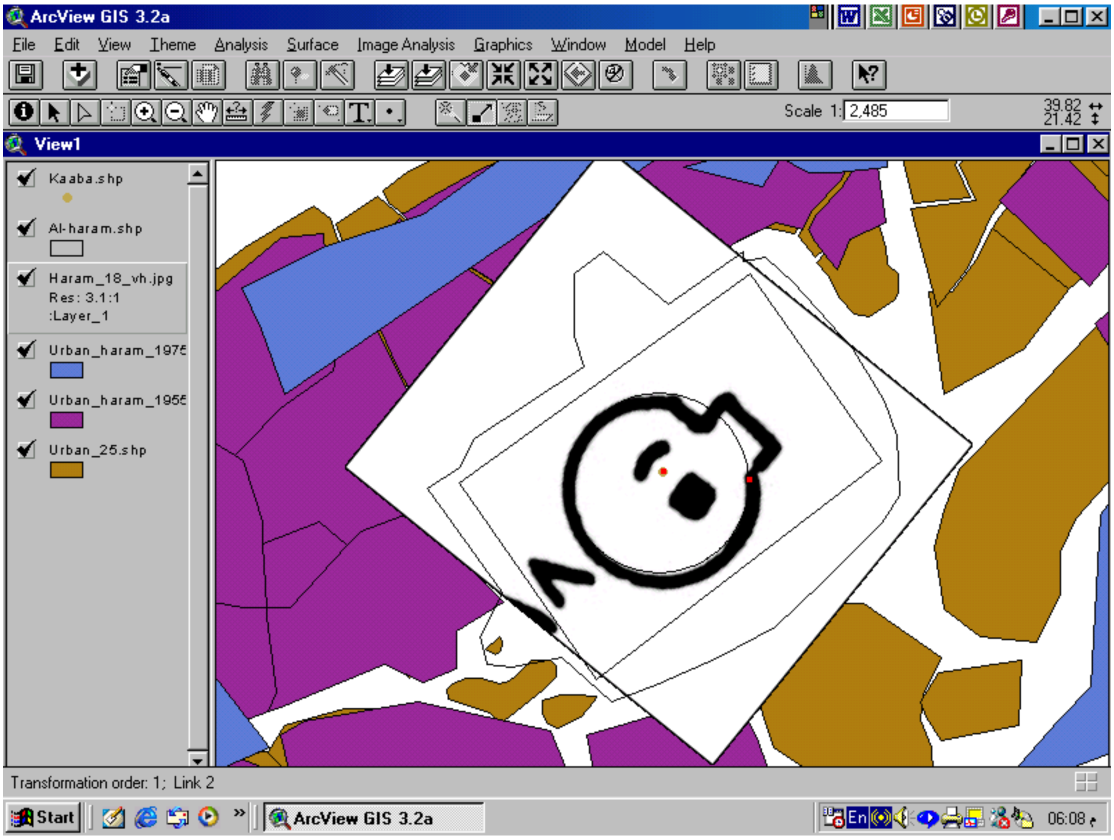
– عدم وجود إحداثيات على الوثائق علي الوثائق الكارتوجرافية

– تسود سمة الرسومات التخطيطية الكروكية على معظم الوثائق الكارتوجرافية وذلك لأنها ترجع إلى فترات تاريخية لم تشهد الكارتوجرافيا تطورا مناسبا في أسلوب وطرق الرسم.

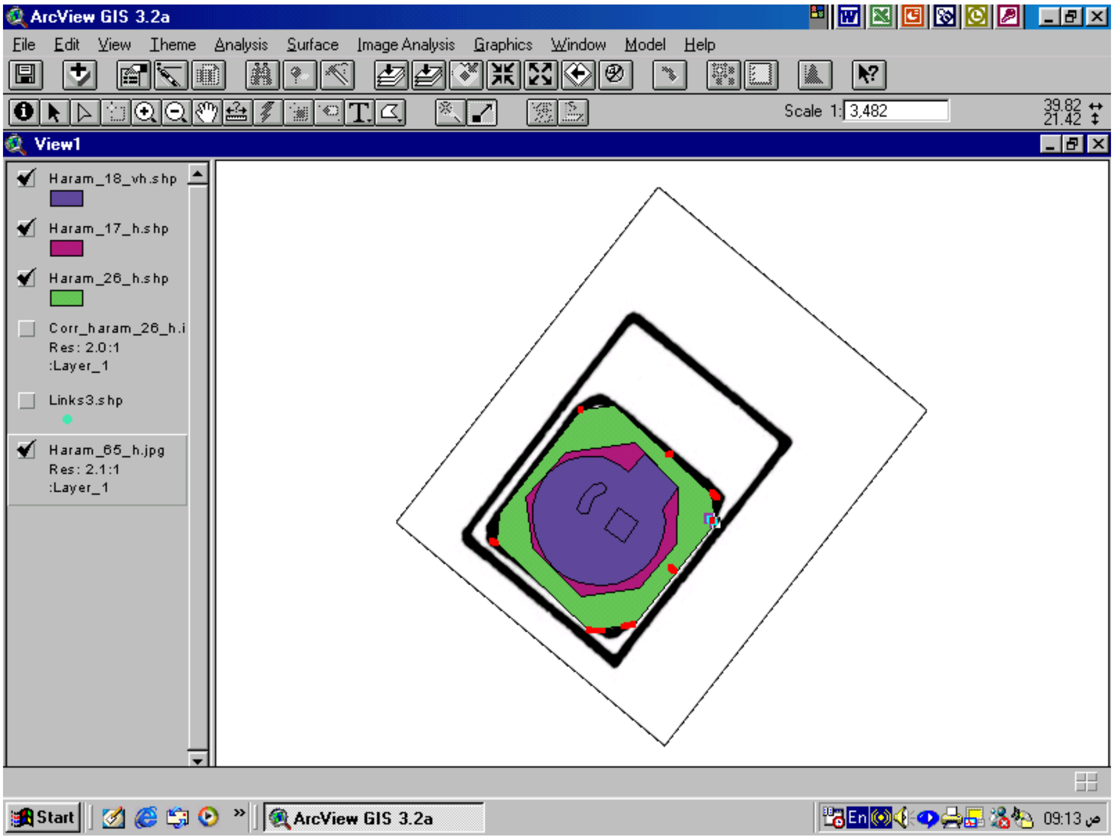
– التبسيط الكبير على خرائط المدينة من حيث امتداد العمران مما يشكل صعوبة كبيرة في تحديد معا لم مشتركة بين الخريطة الطبوغرافية والخرائط الأخرى.

– اختلاف مقاييس الرسم بين الخرائط، حيث توجد مقاييس رسم قديمة غير مستخدمة على الخريطة الطبوغرافية وهي وحدة القياس " خطوة".

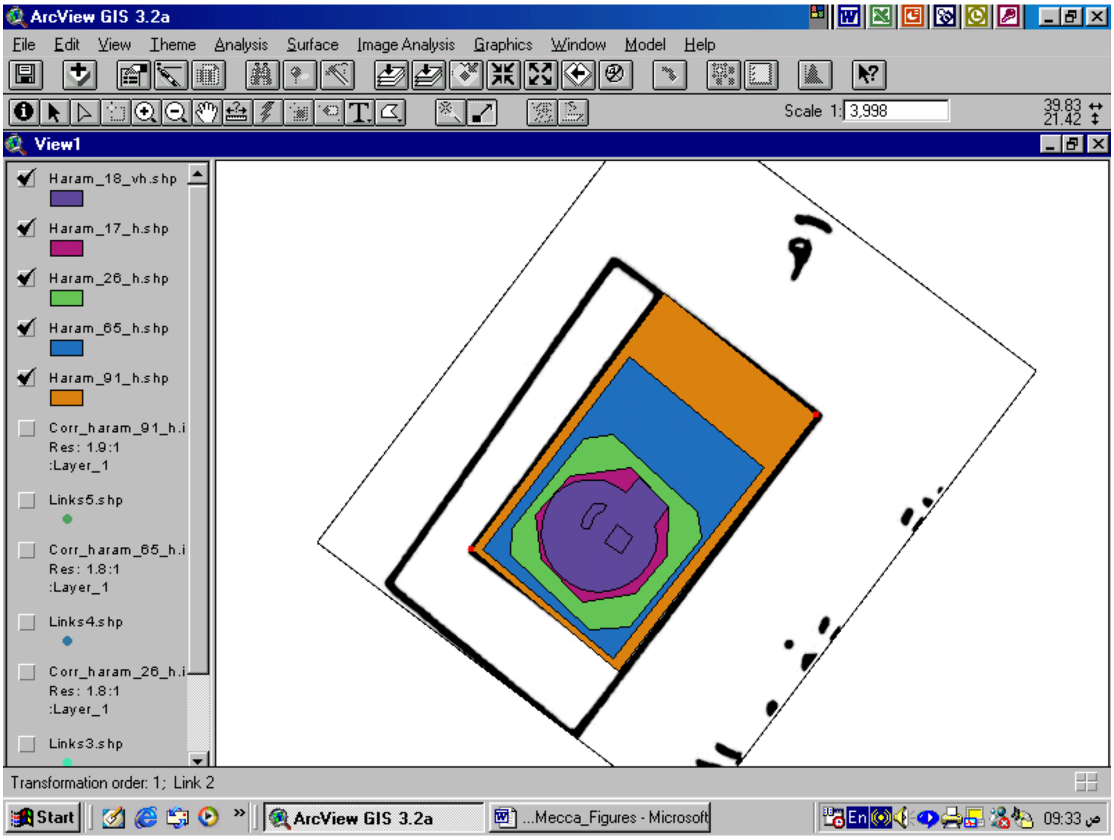
وقد تم التغلب على هذه المعوقات من خلال الاعتماد على معا لم جغرافية متواجدة في الخريطة الطبوغرافية المرجعية وفي نفس الوقت على المخططات أو الخرائط المختلفة، ومن ثم ربط نقاط تحكم بين كل من الخريطة الطبوغرافية والوثائق المختلفة لتوجيه الخريطة وتمثل نتيجة هذه المرحلة في الأشكال (25، 26، 27،28، 29، 30، 31، 32).



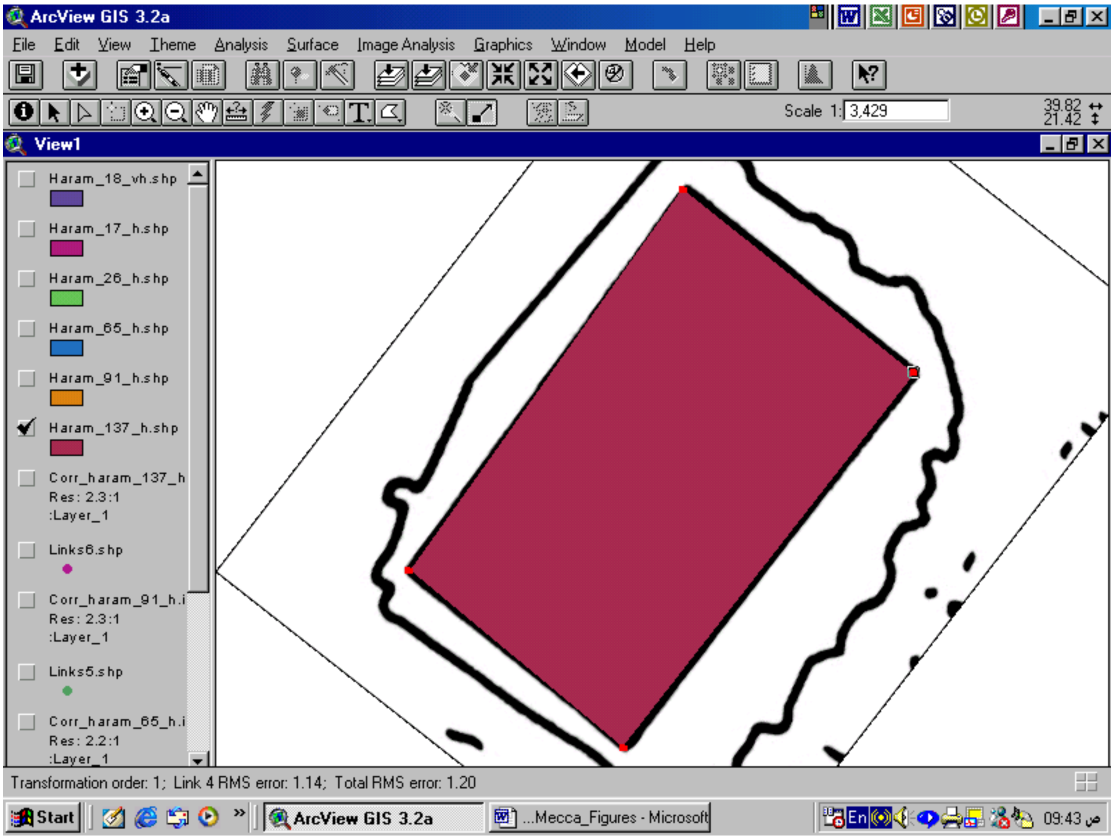
شكل (25): التصحيح الهندسي لمخطط ساحة الحرم عام 18 قبل الهجرة



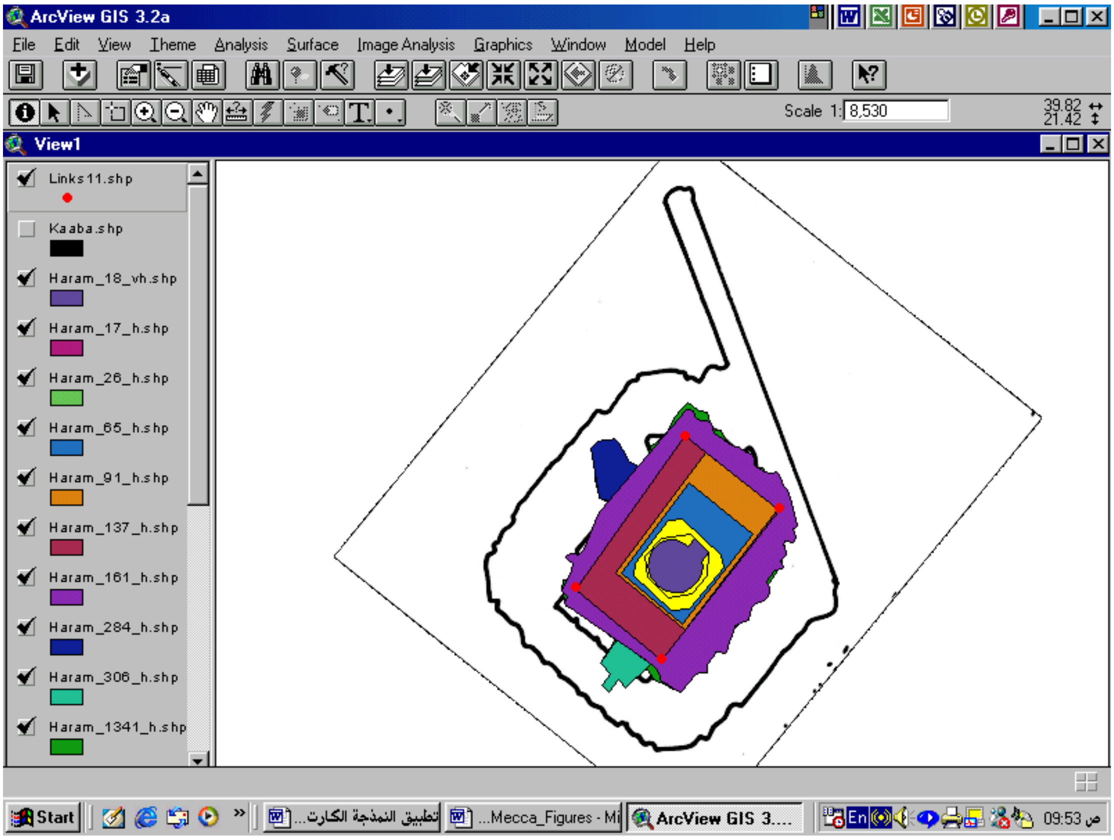
شكل (26): التصحيح الهندسي لمخطط ساحة الحرم في الأعوام 17، 26،65 هجرية



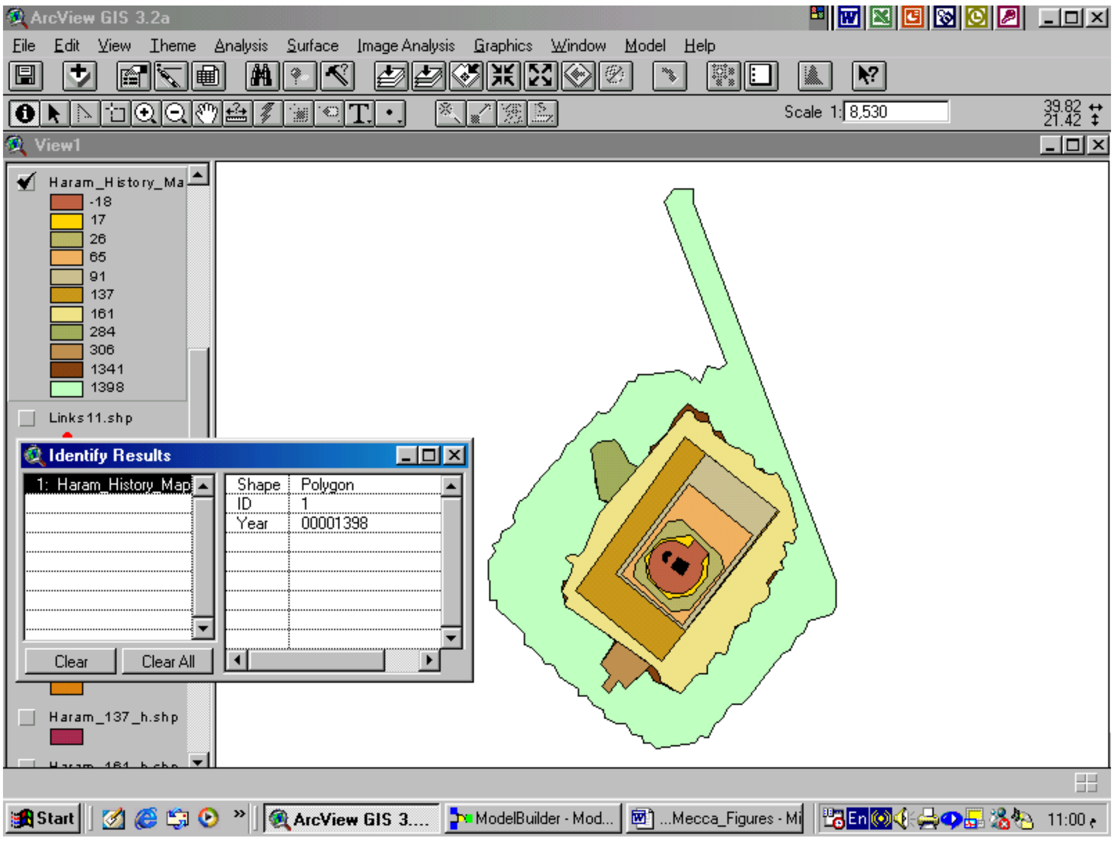
شكل (27): التصحيح الهندسي لمخطط ساحة الحرم عام 91 هجرية



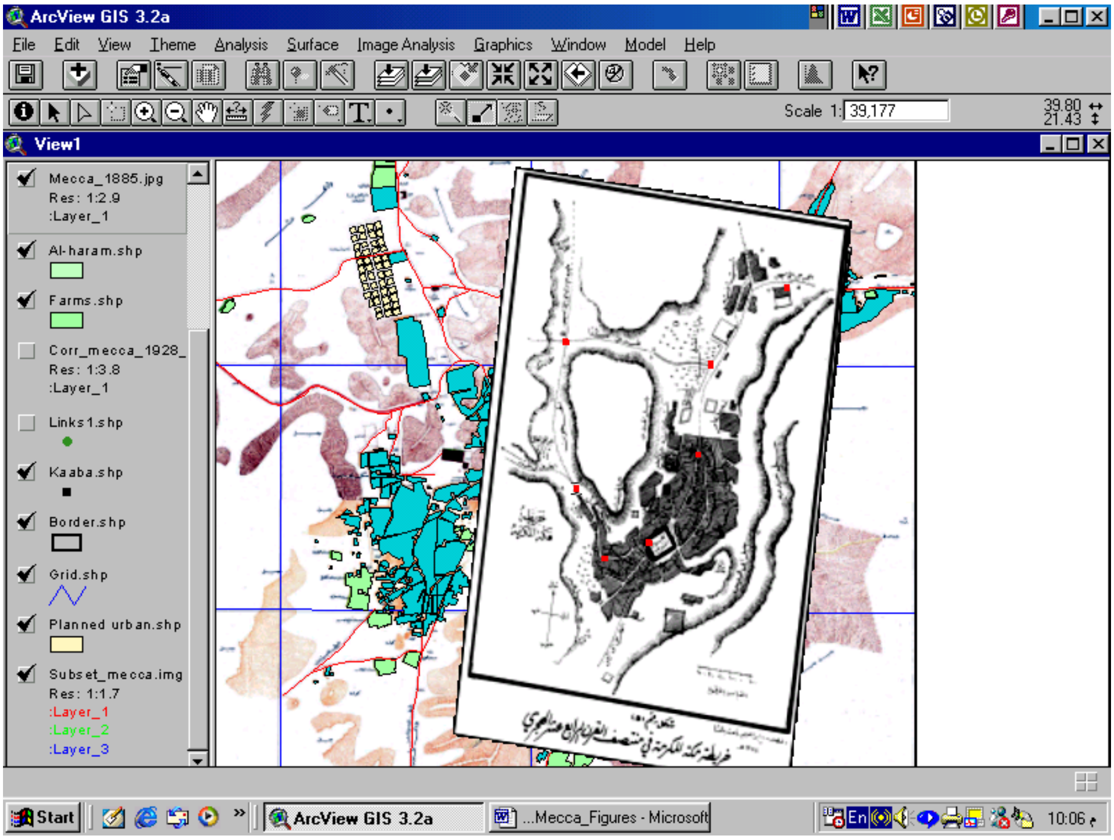
شكل (28): التصحيح الهندسي لمخطط ساحة الحرم عام 137 هجرية



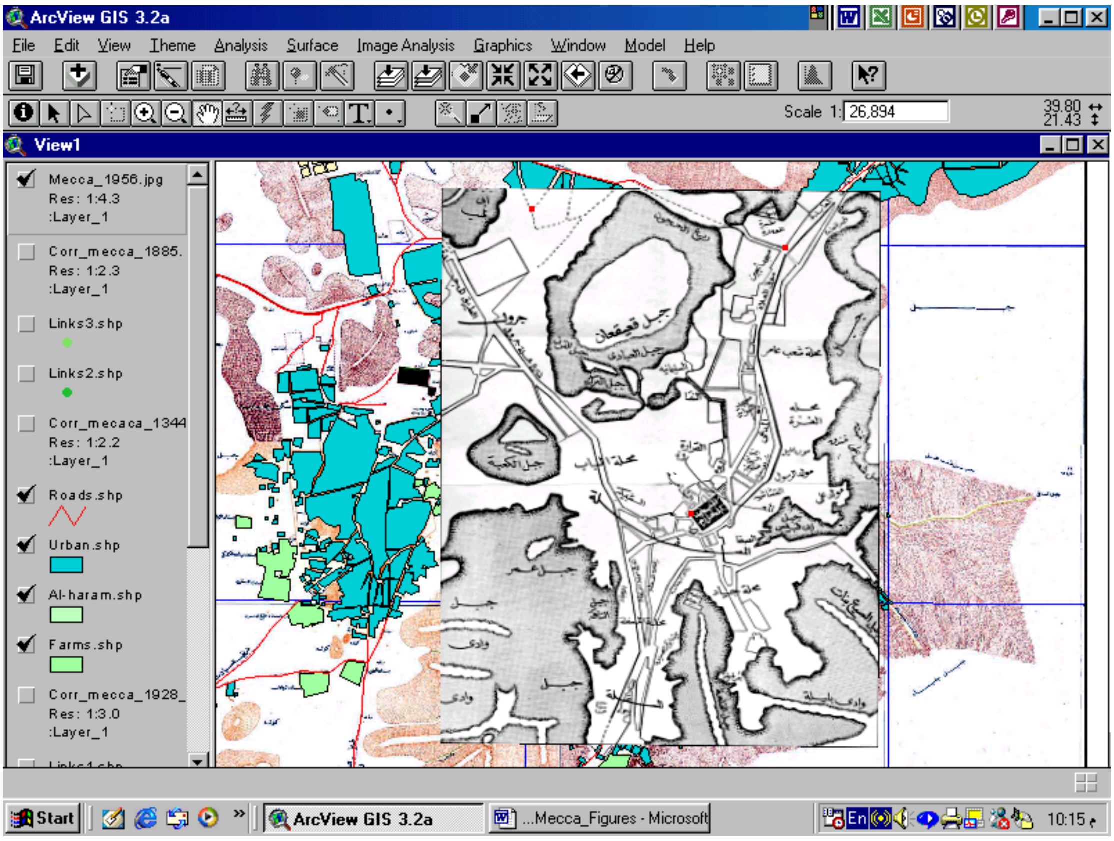
شكل (29): التصحيح الهندسي لساحة الحرم عام 1398 هجرية



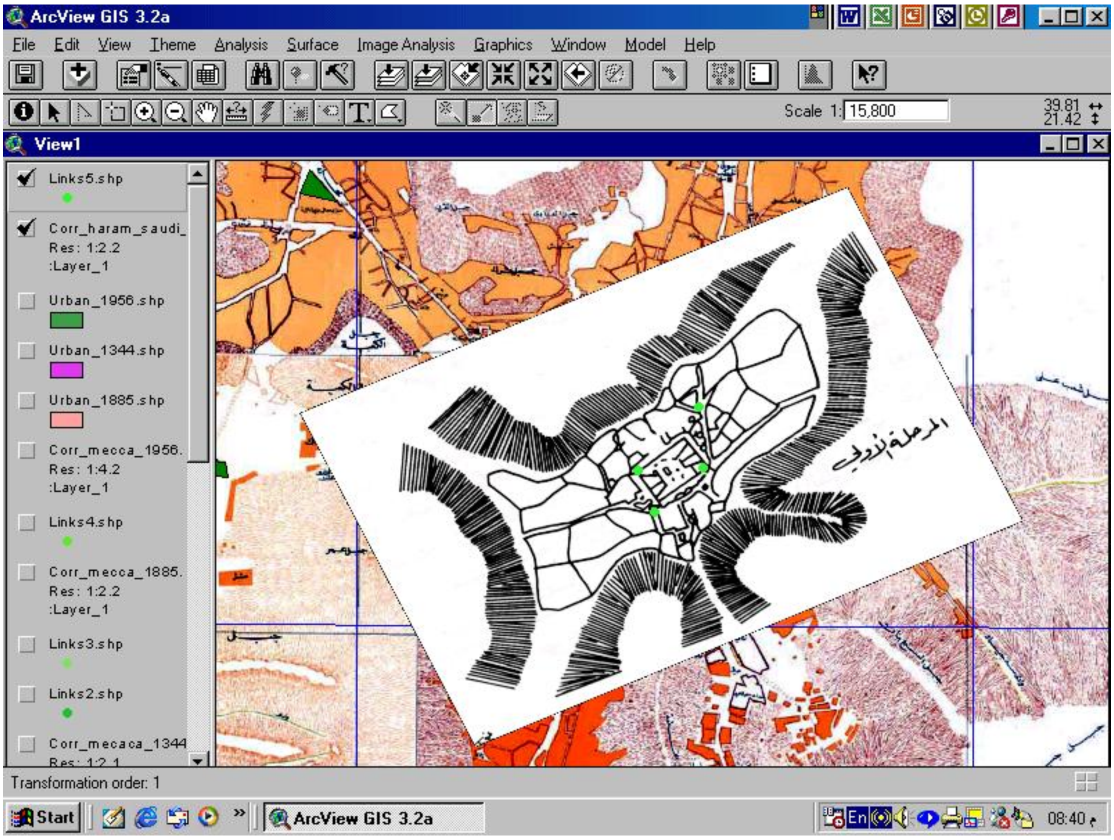
شكل (30): الخريطة المجمعة لمراحل تطور التوسعة للحرم المكي الشريف منذ عام 18 قبل الهجرة وحتى عام 1398 هجرية.



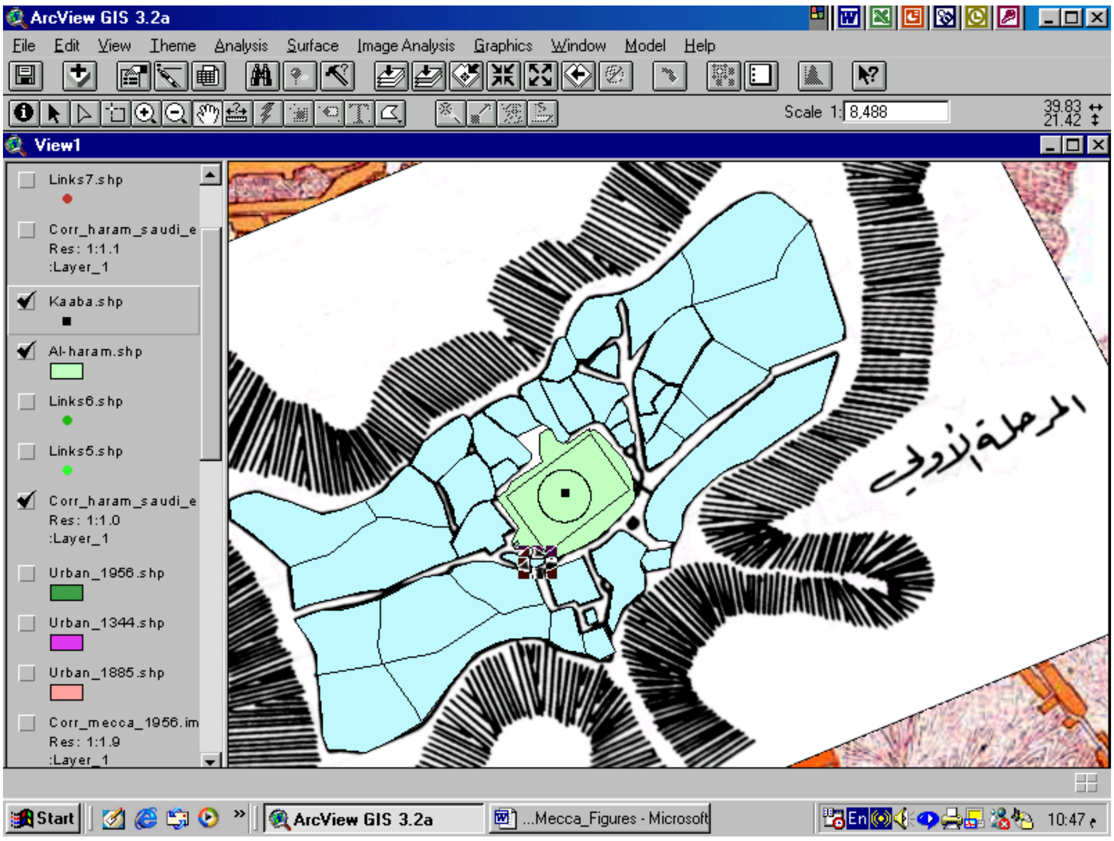
شكل (31): التصحيح الهندسي لخريطة مكة المكرمة في منتصف القرن الرابع عشر الهجري



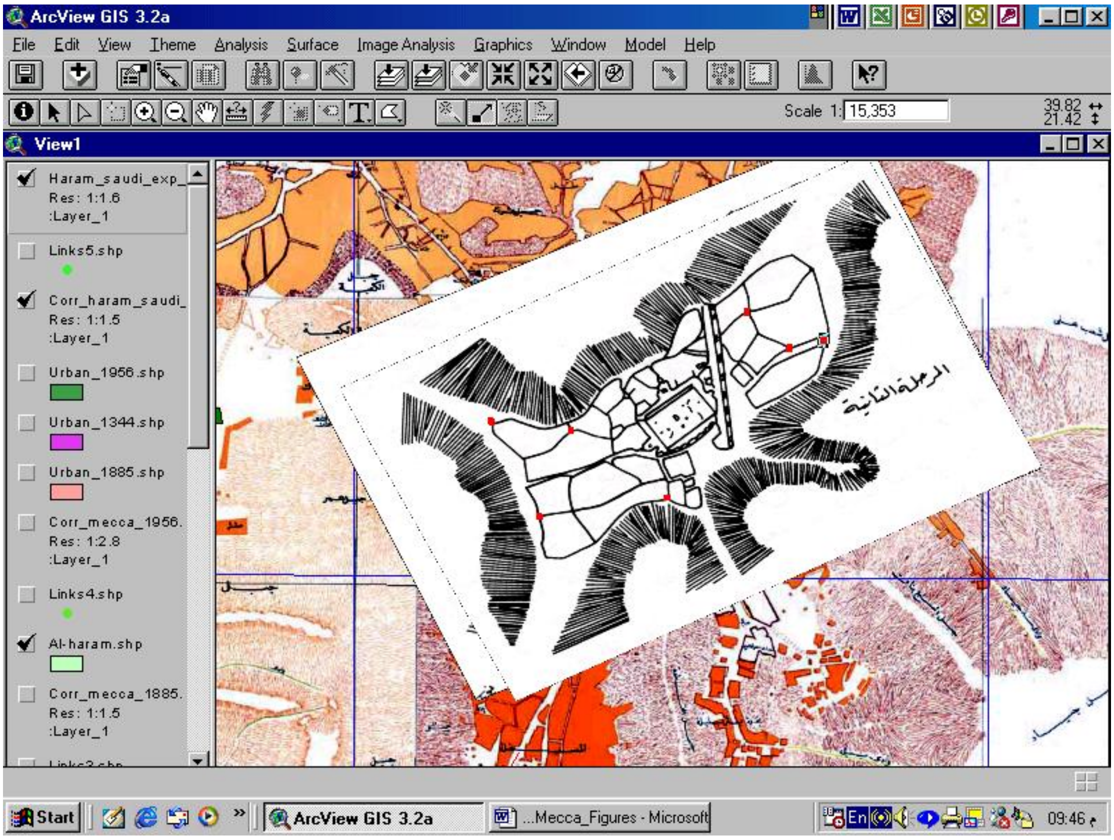
شكل (32): التصحيح الهندسي لخريطة مكة المكرمة عام 1376 هجرية



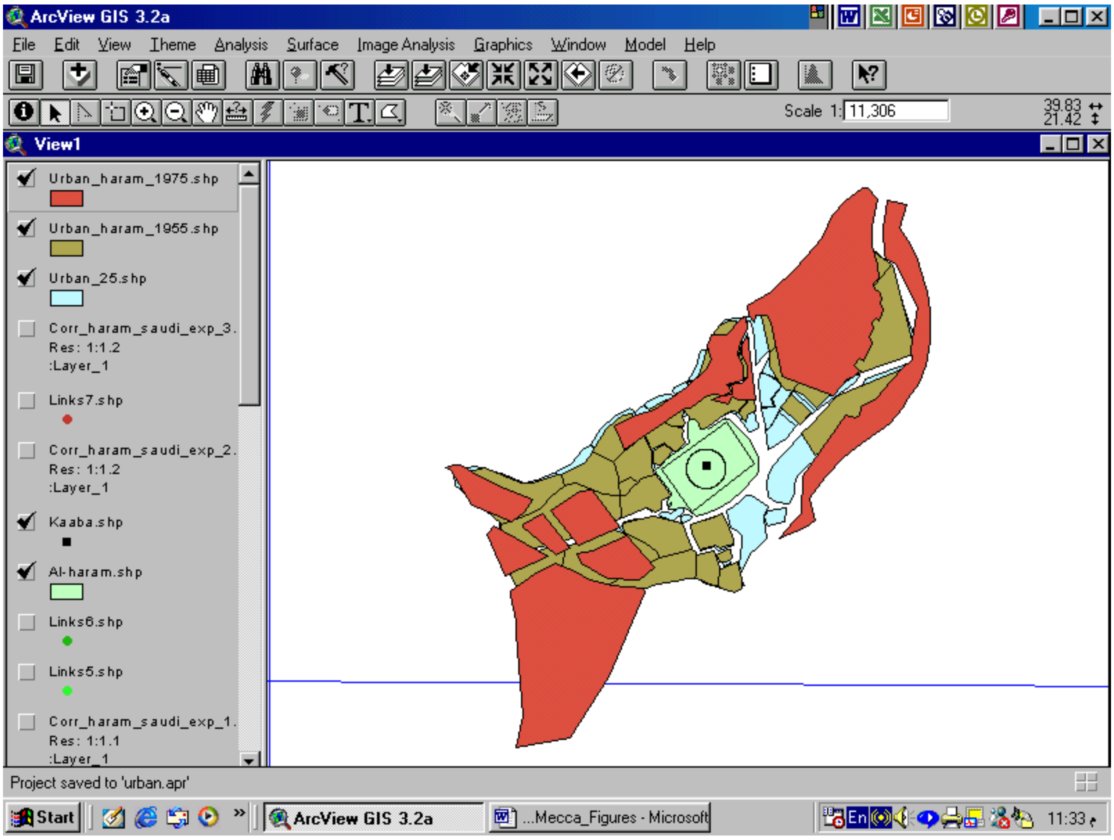
شكل (33): التصحيح الهندسي لمخطط التوسعة السعودية الأولى للحرم المكي



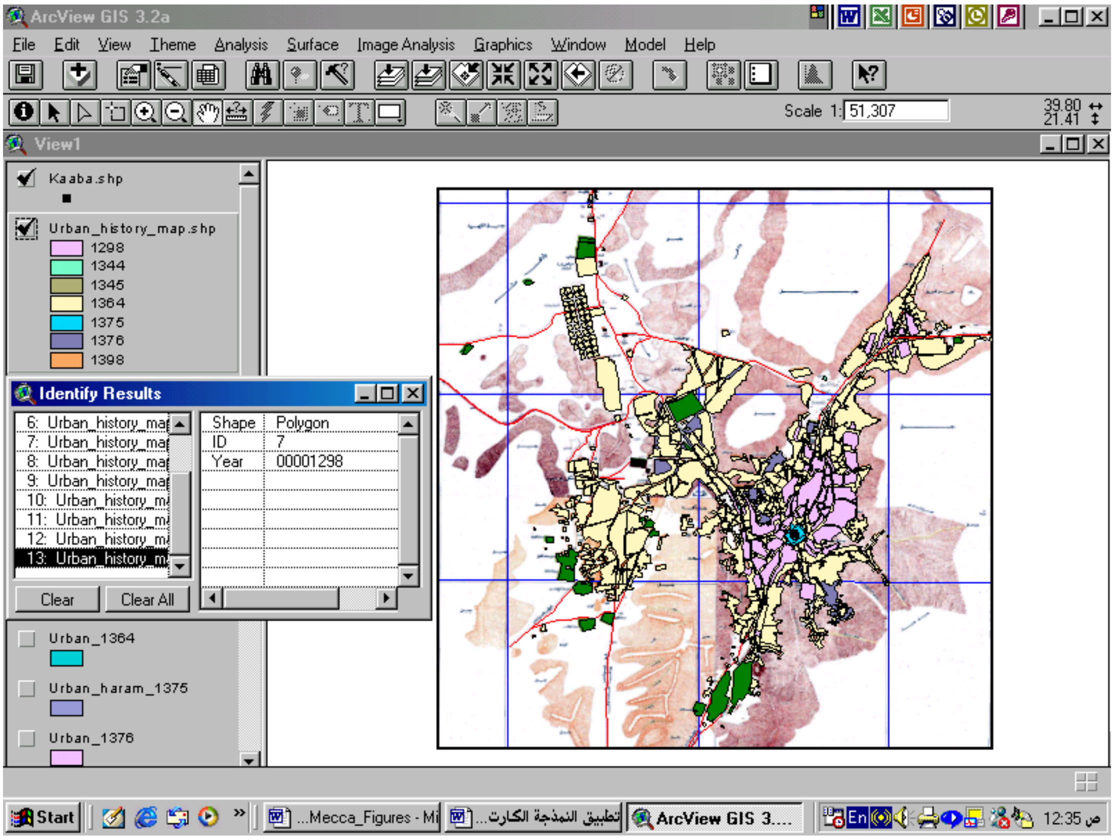
شكل (34): مخطط التوسعة السعودية الأولي بعد إجراء التصحيح وترقيم المساحات



شكل (35): التصحيح الهندسي لمخطط التوسعة السعودية الثاني ة



شكل (36): الخريطة المجمعة للمخططات السعودية الثلاث للحرم المكي الشريف



شكل (37): الخريطة المجمعة لمراحل النمو العمراني بعد عملية ترقيم الخرائط المختلفة

4) **مرحلة ترقيم** Digitizing **المعالم الجغرافية** المختلفة على جميع الوثائق الكارتوجرافية لساحة الحرم وكذلك خرائط العمران، وعليه تم الحصول على مجموعة من الطبقات المعلوماتية Map Layers تغطي جميع الفترات الزمنية للوثائق الكارتوجرافية المختلفة لعملية النمذجة.

5)**مرحلة تجميع الطبقات المعلوماتية:**

في هذه المرحلة يتم تجميع الطبقات المختلفة للحصول على خريطة مجمعة للمراحل الكارتوجرافية المختلفة للتوسعات في الحرم المكي الشريف، وأيضاً للمراحل الكارتوجرافية للنمو العمراني في مكة المكرمة (شكل 37). ولابراز المراحل المختلفة التي مر بها العمران في منطقة الحرم يتم تكبير الخريطة كما في شكل (30).

وبذلك نكون قد حصلنا على النتيجة النهائية للنمذجة الكارتوجرافية لمراحل التوسعة للحرم المكي الشريف والنمو العمراني بمكة المكرمة.

رابعاً: النمذجة المكانية-الزمنية للوثائق الكارتوجرافية Spatio-Temporal Modeling:

يقصد هنا بالنمذجة المكانية – الزمنية بإعادة ترتيب الطبقات المعلوماتية الخ رائطية التي تم استخلاصها في الخريطة المجمعة على أساس البعد الزمني بحيث يمكن استقراء المتغيرات المكانية حسب البعد الزمني، وأيضاً استحداث خرائط افتراضية لفترات زمنية لم يتواجد لها خرائط.

ويتم تطبيق هذا الأسلوب على كل من المخططات التي توضح مراحل التوسعة للحر م المكي الشريف وأيضا الخرائط التي توضح النمو العمراني في مكة المكرمة وذلك بصورة منفصلة لكل منهما بهدف توضيح الاختلافات المكانية حسب البعد الزمني.

وتفيد هذه الطريقة في تحقيق المحاكاة الآلية مع قاعدة المعلومات الكارتوجرافية واستخلاص النتائج .

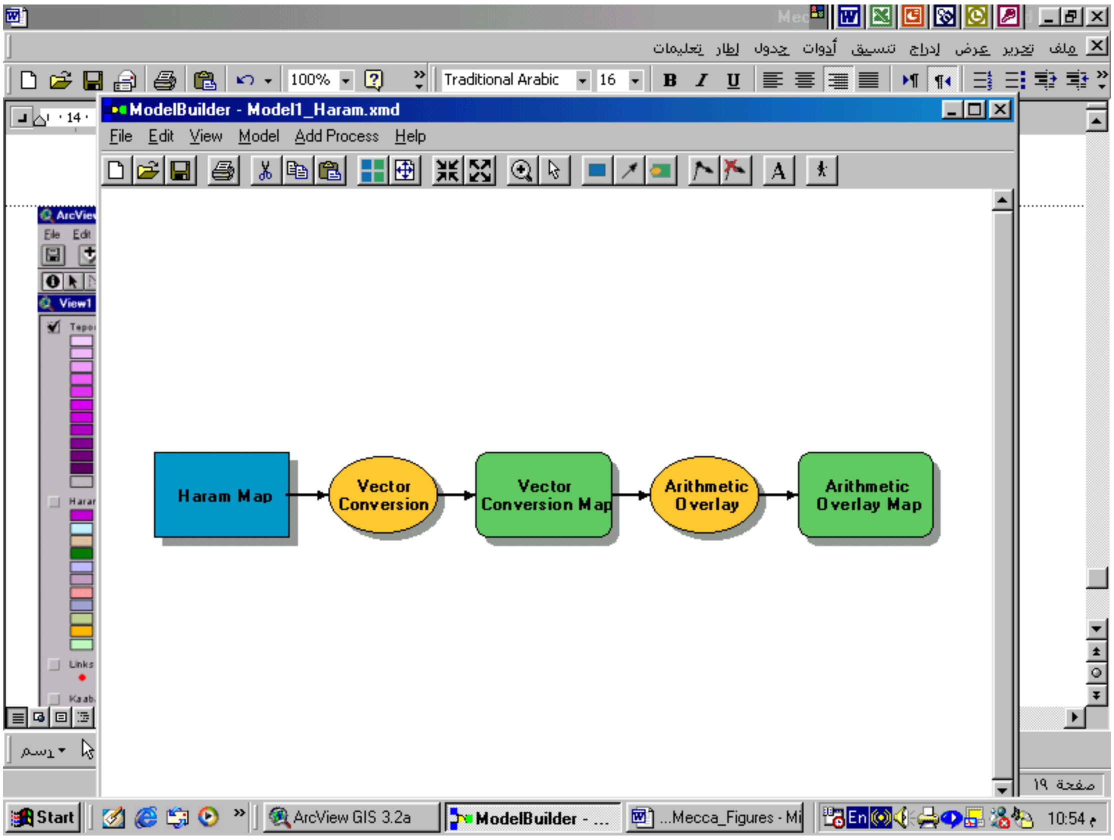
وتمر هذه الطريقة على بالمراحل التالية:

1) تصميم النموذج المكاني الزمني بواسطة برنامج Model Builder الذي يعمل تحت بيئة برنامج آركفيو GIS Arc/View لكل من المخطط المجمع لمراحل توسعة الحرم المكي الشريف (شكل 30) وكذلك الخريطة المجمعة لمراحل النمو العمراني بمدينة مكة المكرمة (شكل 37)، ويوضح شكل (38) النموذج لمخطط الحرم، وشكل (40) نموذج خريطة النمو العمراني.

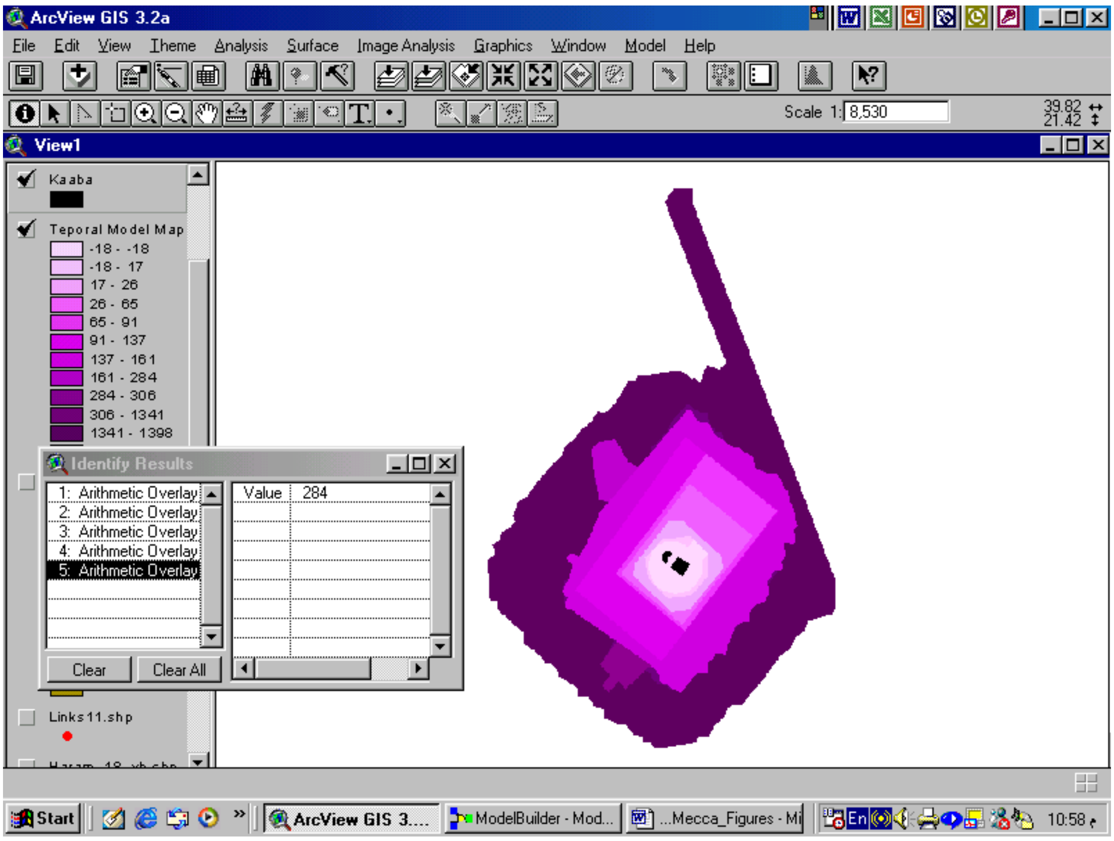
2) يتم وضع المواصفات المعلوماتية للنموذج مثل تحديد التدرج الزمني لمحتويات المخطط المجمع للحرم وكذلك للخريطة المجمعة للنمو العمراني، وكذلك تحديد أسلوب التحليل المكاني وهو ا لم طابقة الرياضية Arithmetic Overlaying وذلك للتعامل مع التدرج الزمني لتفاصيل المعلوماتي بالحسابات الرياضية.

3)يتم تشغيل النموذج بواسطة الأمر "تشغيل RUN" حيث يتم تحويل الخرائط المجمعة شكل (30، 37) من خطية Vector Map إلى راسترية Raster Map، حيث يوضح شكل (39) نتيجة النمذجة المكانية الزمنية لمراحل ا لتوسعة للحرم، وشكل (40) يوضح نتيجة النمذجة المكانية الزمنية لمراحل نمو مدينة مكة المكرمة حتى نهاية القرن الرابع عشر الهجري.

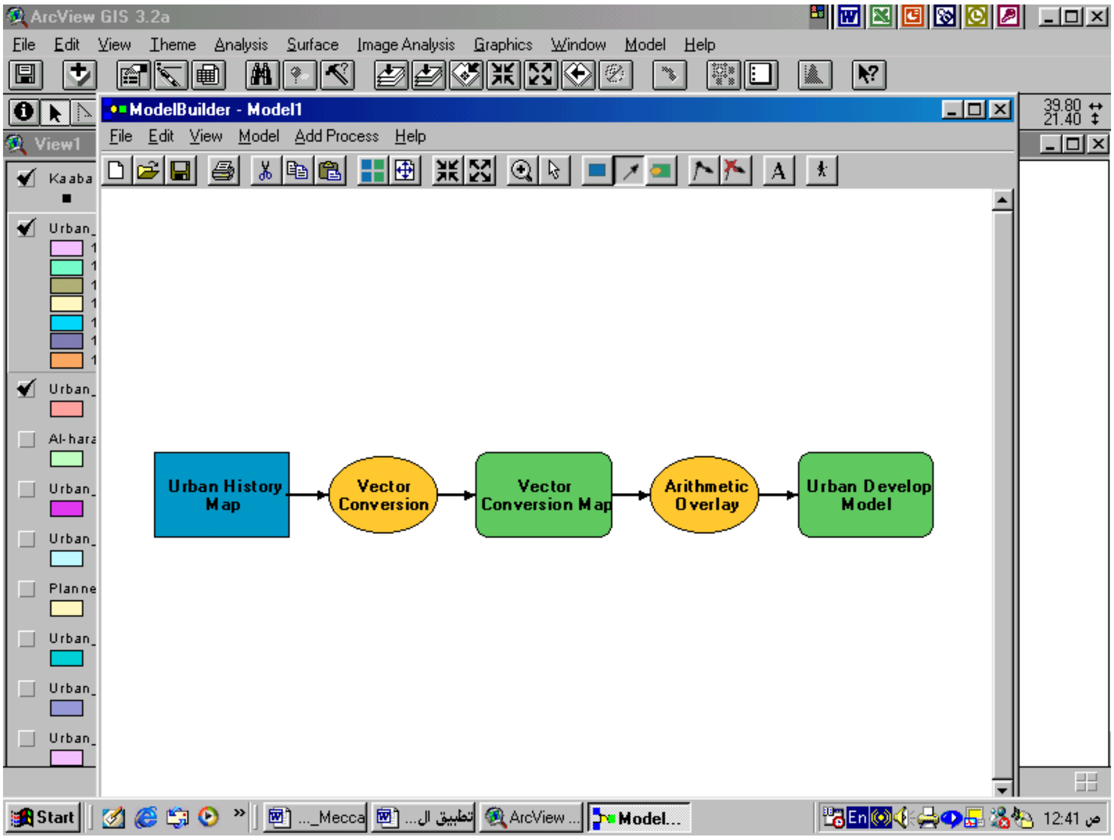
4) يمكن الاستفادة من نتيجة النموذج المكاني الزمني في الاستفسار عن المساحات المختفة على الخريطة لنحصل على الفترة الزمنية الافتراضية التي يمكن أن تكون قد بنيت فيها دون التقيد بتاريخ الوثائق الكارتوجرافية سابقة الذكر، أي النتيجة يمكن من خلالها الحصول على خرائط لأية فترة زمنية لم تتوفر فيها وثائق كارتوجرافية من قبل، كما يمكن أيضاً وضع افتراضات لفترا ت زمنية مستقبلية ونحصل عليها من نفس النموذج المذكور.



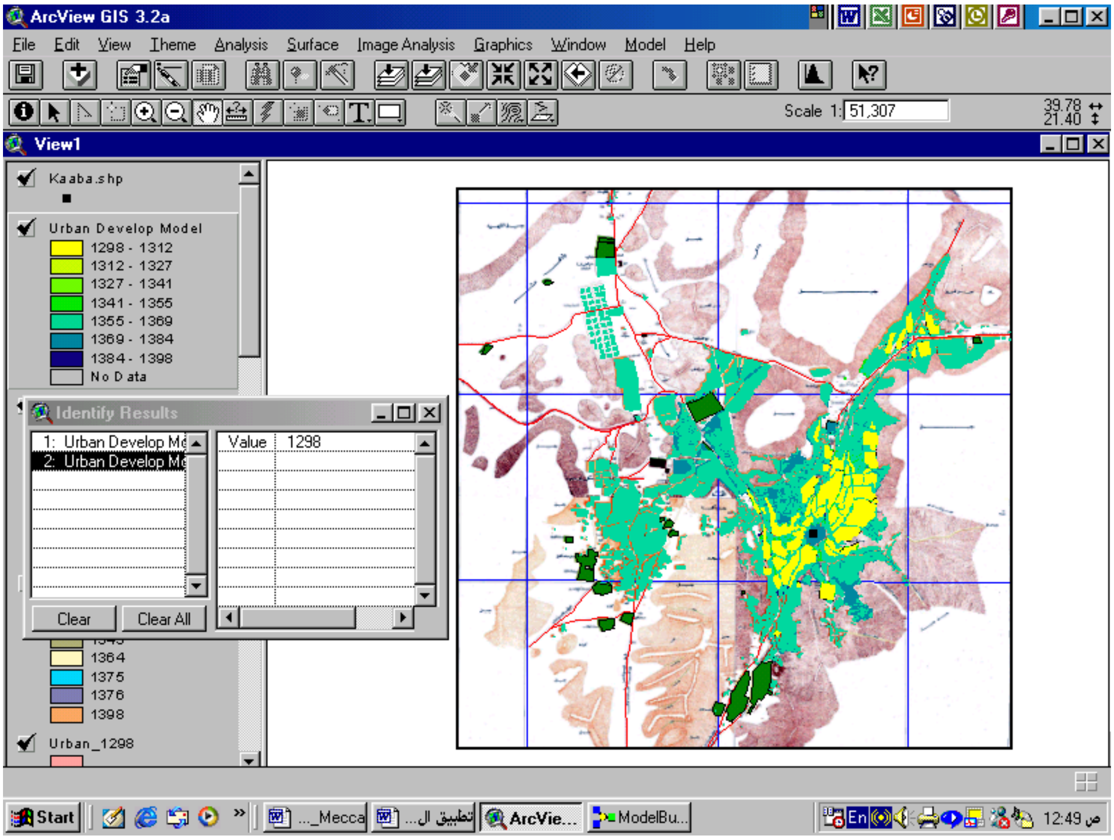
شكل (38): النموذج المكاني– الزمني للمخطط المجمع للحرم المكي الشريف



شكل (39): النتيجة النهائية من تشغيل النموذج المكاني–الزمني لمخططات التوسعة للحرم



شكل (40): النموذج المكاني – الزمني للخريطة المجمعة لمراحل نمو مدينة مكة المكرمة



شكل (41): النتيجة النهائية من تشغيل النموذج المكاني – الزمني لمراحل نمو مكة المكرمة

خامساً: استخلاص محاور التاريخ الكارتوجرافي للحرم المكي الشريف:

على أساس الوثائق الكارتوجرافية المتمثلة في المخططات سابقة الذكر يمكن استخلا ص محاور التاريخ الكارتوجرافي للتوسعة في الحرم المكي الشريف على النحو التالي:

1) **محور ماقبل الهجرة**

2) **محور الخلفاء الراشدين والأمويين**

3) **محور الخلفاء العباسيين**

4) **محور العثمانيين**

5) **محور السعوديين**

ويمكن توضح الاختلافات الكارتورجرافية لكل محور على النحو التالي:

1) **محور ما قبل الهجرة:**

تركز محور ماقبل الهجرة النبوية الشريفة على جهود قريش في إعادة بناء الكعبة المشرفة، وتخصيص لأول مرة في التاريخ ساحة تفصل بين المساكن والكعبة ومن ثم جاءت فكرة قصي بن كلاب عام 18 قبل الهجرة بتخطيط ساحة دائرية الشكل حول الكعبة من جميع الجهات بغرض الطواف وحماية الكعبة، ومن ثم استقر العمران خارج الساحة الدائرية.

وعليه تمثل المحور التاريخي لما قبل الهجرة في الشكل الكارتوجرافي الدائري الذي لعب دوراً أساسياً في إنشاء ساحة الحرم المكي الشريف لأول مرة في التاريخ، وتحديد مدخل رئيسي من الشمال الشرقي للحرم.

2) **محور الخلفاء الراشدين والأمويين:**

يمتد هذا المحور تاريخياً من عهد الخليفة عمر بن الخطاب رضي الله عنه عام 17 هجرية الى عهد الخليفة محمد المهدي عام 161 هجرية، حيث شهدت هذه الفترة أهم التغيرات الكارتوجرافية على شكل ساحة الحرم وكذلك على اتساعها، حيث أخذت الشكل ا لثماني لأول مرة بدلاً من الشكل الدائري وذلك في عهد الخليفة عمر بن الخطاب بسبب طبيعة امتداد الدور التي اشتراها وقتئذ لتوسعة الحرم، ثم تغيرت شكل ساحة الحرم الى الشكل المستطيل لأول مرة وخاصة في الاتجاه الشمالي الشرقي في عهد الخليفة عثمان بن عفان رضي الله عنه عام 26 هجرية.

وتضاعفت مساحة ساحة الحرم لأول مرة في عهد عبد الله بن الزبير عام 65 هجرية، ثم تلت توسعة الحرم في الجانب الشمالي الشرقي بمساحة تزيد عن نسبة 30% إضافية في عهد الخليفة الوليد بن عبد الملك عام 91 هجرية. واستمر الشكل المستطيل لساحة الحرم في عهد الخ ليفة أبي

جعفر المنصور والخليفة محمد المهدي، إلا أنها شهدت لأول مرة توسعات في جميع الاتجاهات الأربع في عام **161** هجرية مع الاحتفاظ على الشكل المستطيل ومركزه الكعبة الشريفة تقريباً.

3) **محور الخلفاء العباسيين:**

انعكس ضعف الدولة العباسية على الشكل الكارتوجرافي لساح ة الحرم المكي الشريف، حيث اقتصرت على إضافة مساحة خدمات إلى الشمال من ساحة الحرم في عهد الخليفة المعتضد العباسي عام **284** هجرية، ومساحة خدمات أخرى على الجانب الغربي في عهد الخليفة المقتدر العباسي عام **306** هجرية، وعليه فان الشكل الكارتوجرافي لساحة الحرم المكي ظل على الشكل المستطيل دون تغيير جوهري.

4) **محور الأتراك العثمانيين:**

لم تشهد ساحة الحرم المكي الشريف تغييرات جوهرية، حيث اقتصرت جهود العثمانيين على أعمال التجديدات والترميمات الداخلية بالحرم وإعادة بناء الجانب الشرقي من الحرم.

5) **محور العهد السعودي:**

شهد الشكل الكارتوجرافي لساحة الحرم المكي الشريف تغيرات كبيرة في العهد السعودي منذ عهد الملك عبد العزيز رحمه الله إلى يومنا هذا، وقد شهدت تغيرات ثلاثة أساسية في الفترة مابين عامي **1375** هجرية و **1398** هجرية، حيث استقر الشكل المستطيل ولكن مع التوسعات في جميع الاتجاهات، بالإضافة إلى تخصيص مسار كبير للمسعى يمتد إلى الشرق من الحرم بين الصفا والمروة، حيث تم استبعاد جميع البنايات والمحلات التجارية التي كانت تعترض المسعى، وبذلك أعطت توسعة المسعى بعداً كارتوجرافياً جديداً لأول مرة.

سادساً: استخلاص محاور التاريخ الكارتوجرافي للنمو العمراني في مكة المكرمة:

يعتبر العمران في مكة المكرمة من حيث البعد التاريخي من أقدم المدن ليس فقط على المستوى العربي والإسلامي فحسب، ولكن على مستوى العالم، حيث يعود إلى ما قبل الهجرة النبوية الشريفة أي إلى أكثر من ألف وخمسمائة عام، وبالاعتماد على المصادر ال تاريخية والجغرافية والخرائطية المختلفة يمكن استخلاص محاور التاريخ الكارتوجرافي للنمو العمراني في مكة المكرمة على النحو التالي:

1) **محور ما قبل الهجرة:**

يعتبر عام 150 قبل الهجرة منتصف القرن الخامس الميلادي بداية العمران الحقيقي في مكة المكرمة، حيث اتخذ العمران شكلاً دائرياً حول الكعبة من الجهات الأربع وذلك تماشياً مع الساحة الدائرية التي خططها لأول مرة زعيم قريش قصي بن كلاب . ويعتبر هذا العام بداية العمران أو المساكن الدائمة حول الكعبة الشريفة.

ومن أهم الملامح الكارتوجرافية للعمران في هذه الفترة التالي:

- **التزام المباني بالشكل الدائري حول الكعبة**
- **تركز المباني في بطن الوادي وعند سفوح الجبال المحيطة بالكعبة**
- **انخفاض المباني دون مستوى الكعبة**
- **كثافة العمران في بطن وادي إبراهيم عن غيره من الأودية**
- **تعدد الجنسيات والأعراق وخاصة بسبب القوافل التجارية والمكانة الدينية.**

2) **محور صدر الإسلام:**

يمتد البعد التاريخي لهذا المحور من البعثة النبوية الشريفة إلى نهاية دولة بني أمية عام 132 هجرية الموافق عام 749 ميلادية، ومن أهم الملامح الكارتوجرافية لهذا المحور التالي:

- **تأثر العمران في مكة بهجرة الرسول صلى الله عليه وسلم إلى المدينة بسبب الهجرة النازحة إلى المدينة والى الأمصار المفتوحة مما سبب في هدم مساكن المهاجرين.**
- **شهد الحرم المكي الشريف أكبر عمليات توسعة سالفة الذكر هى التوسعة في عهد الخليفة عمر بن الخطاب والخليفة عثمان بن عفان والخلفاء الأمويين، حيث ترتب على هذه التوسعات في الحرم توسعة المدينة نحو الأطراف على شكل ضواحي .**
- **ساهمت الهجرة الوافدة في العهد الأموي وعودة أبناء مكة من الفتوحات الإسلامية على زيادة النشاط التجاري وارتفاع كثافة العمران حول الحرم.**
- **امتد العمران نحو الشمال حتى وصل إلى الجودرية حول بئر مطعم، وفي الجنوب حتى الشبيكة، وفي الشرق من مدخل أجياد إلى القشاشية وشعب بني هاشم والشامية.**
- **وصلت مساحة العمران في نهاية عهد الخلفاء الراشدين إلى 16 هيكتار والى 35 هيكتار في نهاية عهد الأمويين أي أكثر من الضعف في خلال مائة عام تقريباً.**

3) **محور الركود العمراني وبناء أسوار مكة المكرمة:**

تمتد فترة الركود العمراني في مكة المكرمة طوال الفترة التي تمتد من بداية العهد العباسي في عام 132 هجرية الموافق 923 ميلادية إلى نهاية حكم المماليك عام 749 هجرية الموافق عام

1517 ميلادية، حيت تزيد عن ثمانية قرون تعاقب فيها على حكم مكة العباسيون والفاطميون والأيوبيون والمماليك، ويمكن استخلاص الملامح الكارتوجرافية للنمو العمراني طوال هذه الفترة على النحو التالي:

- تعرض مكة إلى الهجرة النازحة أيام العباسيين بسبب غلاء الأسعار مما ترتب عليه انهيار العمران القائم
- عدم انتظام قوافل الحج في عهد الفاطميين مما أثر على النشاط التجاري بـالمدينة وحدث ركود في الأسواق
- استمرار الهجرة النازحة في عهد الأيوبيين، حيث هاجر حوالي 35 ألف نسمة إلى خارج مكة.
- نشأة أول سور حول مكة المكرمة في عهد الأيوبيين بواسطة الأمير قتادة بن إدريس عام 597 – 617 هجرية وتلاه سور آخر بناه المظفر، وبذلك اختلف نمط النمو ا لعمراني للمدينة، وخاصة بعد إنشاء السور الثالث، حيث تميزت فترة الأيوبيين بإنشاء الأسوار لحماية مكة المكرمة، وهى سور المعلاة، وسور الشبيكة، وسور المسفلة.
- انحصر العمران داخل السوار المذكورة.

4) محور النمو العمراني خارج الأسوار وإنشاء مستوطنات عرقية:

امتدت الفترة التي تغطي هذا المحور أكثر من أربعة قرون على امتداد الحكم العثماني عام 923 هجرية الموافق عام 1517 ميلادية الى عام 1343 هجرية الموافق عام 1924 ميلادية، يمكن توضيح الخصائص الكارتوجرافية للنمو العمراني في هذه الفترة على النحو التالي:

- تدفق الهجرة الوافدة إلى مكة المكرمة من تركيا، ومصر ، والمغرب، وبلاد الشام، والصين والهند بأهداف مختلفة منها الدينية، والثقافية، والعسكرية، والتجارية، مما ترتب عليه ازدحام المساكن داخل أسوار المدينة
- نشأة المستوطنات المختلفة التي تنتمي كل منها الى جنسية معينة مثل منطقة الهنود، وم نطقة الأتراك، والمغاربة، والمصريين وغيرها وهذه ظاهرة عمرانية جديدة حيث كانت تصمم على نفس الطراز للمواطن الأصلية للسكان.
- نمو العمران خارج الأسوار والتي تعرضت الى التلاشي مع توسيع الطرق، حيث وصلت مساحة المدينة المقدسة الى 140 هيكتار أي تضاعفت أكثر من أربعة أضعاف.

- ظهور مبان فخمة لأول مرة في معظم المناطق وبخاصة في المسفلة، وشعب أجياد، وشعب عامر والسليمانية والمعلاه.
- ظهرت لأول مرة شبكة من الشوارع الرئيسية والتي يتراوح عرضها بين **8**، **10**، **20** متراً تصل فيما بينها حارات وأزقة فرعية ساهمت في الاتصال المروري لأول مرة بين أطراف المدينة وأسهمت في التواصل فيما بينها.
- يمكن تحديد ثلاثة محاور كارتوجرافية للنمو العمراني بوضوح وهى إلى الشمال والجنوب والغرب.

5) محور تخطيط العمران والقضاء على مسكن الصفيح:

بدأ هذا المحور مع بداية العهد السعودي، حيث تعاقبت جهود كبيرة أسهمت في مجملها في نمو العمران في مكة المكرمة والتي يمكن توضيح ملامحها الكارتوجرافية على النحو التالي:

إجراء التوسعات السعودية الثلاث للحرم المكي الشريف سابقة الذكر والتي أسهمت في النمو العمراني الخارجي عند أطراف المدينة

ظهور الظاهرة العمرانية الحديثة المعروفة باسم الأحيا ء العمرانية المستقلة حيث أنشئت فيها لأول مرة ساحات مركزية ومساجد ومستشفيات.

انتشار المساكن لأول مرة فوق سفوح الجبال المحيطة بالحرم الشريف.

القضاء على ظاهرة المساكن العشوائية المعروفة باسم مساكن الصفيح والعشيش والأكواخ التي انتشرت مع تدفق الهجرة إلى مكة في عهد العثمانيين.

وصلت مساحة العمران في مكة المكرمة إلى **711** هيكتار أي تضاعفت أكثر من خمسة مرات للمساحة في نهاية العهد العثماني.

وضع أول مخطط عمراني لتطوير مكة المكرمة بواسطة الاستشاري روبرت ماثيو وهى أول بداية للتخطيط الحديث بالمدينة.

ظهرت لأول مرة الخدمات والمرافق العامة في جميع أحياء المدينة.

سادساً: خلاصة وتوصيات الدراسة:

تبين الدراسة الحالية أهمية التقنيات الحديثة في مجال التوثيق الكارتوجرافي لمراحل النمو العمراني للمدن، وبخاصة المدن العربية التي تعاني في الغالب من مشكلة نقص كبير في الوثائق الكارتوجرافية بصورة منتظمة، وخاصة تلك التي تغطي الفترات الزمنية التي نشأت فيها المدن العربية وفي حالة توفر بعضها فإنها تميل إلى المستوى الكروكي المبسط منه إلى المستوى الكارتوجرافي، أو فقدانها لشبكة الإحداثيات الجغرافية مما يصعب إمكانية التعامل مع أكثر من خريطة لنفس المدينة من فترتين زمنيتين مختلفتين، وخير مثال موضوع الدراسة الحالية لمدينة مكة المكرمة.

وقد تبين من خلال الدراسة القضايا الكارتوجرافية التالية:

1) عدم توفر خرائط للنمو العمراني في مكة المكرمة قبل منتصف القرن الثالث عشر الهجري، مما شكل صعوبة بالغة في تصور نمط النمو العمراني قبل ذلك التاريخ.

2) تم الاعتماد على الوصف الجغرافي لشكل العمران في مكة المكرمة في الفترات الزمنية المختلفة وذلك من الكتب التاريخية للمدينة وبعض الكتابات الجغرافية إلا أن فقدان الخرائط جعل هناك حلقة مفرغة، وقد ساهمت المخططات التي تبرز مراحل التوسعة المختلفة للحرم المكي الشريف في إعطاء صورة لانتشار العمران في المدينة في الفترات الزمنية المختلفة.

3) افتقرت الخرائط القديمة للمدينة لوجود شبكة إحداثيات جغرافية مما صعب من مطابقتها معاً، وقد تم التغلب على ذلك بالاعتماد مطابقة المساحات العمرانية المتشابه ة وبعض المعالم التي تتكرر في الخريطة القديمة وبين خريطة الأساس.

4) اختلاف وحدات القياس على مقياس رسم الخرائط حيث توجد بعضها بمسمى "خطوة" وبعضها بمسمى "متر" لذلك لم يلعب مقياس الرسم دوراً كبيراً في الدراسة الحالية وذلك لعدم وجود علاقة طولية بين الوحدتين.

5) من أهم إيجابيات الدراسة هو توفر خريطة طبوغرافية أقرب إلى الخريطة التفصيلية بمقياس رسم 5000:1 من إنتاج مصلحة المساحة المصرية عام 1947 ميلادية، وذلك في أربع لوحات تغطي مكة المكرمة وضواحيها، وقد تم الاعتماد عليها كخريطة مرجعية للدراسة.

6) بعد نجاح عملية النمذجة الكا رتوجرافية الآلية للخرائط التي توضح النمو العمراني يمكن استحداث خرائط لفترات زمنية لم تتوفر فيها خرائط للمدينة وتقع بين تاريخ أقدم خريطة وأحدث خريطة.

7) أسهمت المخططات المتتابعة لتوسعة الحرم المكي الشريف في إبراز تسلسل التاريخ الكارتوجرافي للحرم، إلا أنه لايجو ز في هذه الحالة استحداث خرائط لفترات زمنية غير متوفر فيها مخططات مثل ماهو الحال في النمو العمراني، وذلك لأن التوسعات في الحرم كانت مرتبطة بفترات زمنية محددة، حيث كانت تتوقف تماماً فيما بينها، على العكس في حالة النمو العمراني لأن العمران لم يتوقف بالرغم من تعرضه إلى معوقات كانت تقلل من سرعة نموه إلا أنه كان في حالة نمو متواصل.

وتوصي الدراسة بالتالي:

1) تبني فكرة توثيق كارتوجرافي لخرائط المدن العربية بهدف استحداث خرائط لفترات زمنية تخدم عملية توثيق الأحداث التاريخية والمراحل العمرانية التي تمر بها المدينة العربي ة، وحماية الوثائق الكارتوجرافية، ومن ثم استصدار أطالس كارتوجرافية للمدن العربية ورقية ورقمية على اسطوانات ليزرية.
2) بناء قواعد معلومات كارتوجرافية للمدن العربية في صورة رقمية تضم خرائط وصور جوية ومرئيات فضائية من شأنها أن تسهم في دعم البحث العلمي الجغرافي.
3) تشجيع الدراسات الجغرافية وخاصة الكارتوجرافية التي تعتمد على التقنيات الحديثة لمعالجة قضايا بحثية كارتوجرافية.
4) العمل على تطوير القدرات العربية في مجال الدراسات الكارتوجرافية الآلية وأساليب النمذجة الآلية، ونظم الخرائط المحمولة Mobile Mapping Systems ، والخرائط الآلية الناطقة.
5) العمل على تسيير الوثائق الكارتوجرافية التاريخية للمدن العربية على شبكة الإنترنت لتسهيل الاستفادة البحثية منها.
6) إنشاء كرسي عربي للدراسات الكارتوجرافية العربية لاعادة النهضة الكارتوجرافية العربية المفقودة منذ الإدريس والمسعودي وغيرهم.
7) إنشاء رابطة للكارتوجرافيين العرب بهدف تطوير أساليب البحث والتدريس الأكاديمي في مجال الكارتوجرافيا الحديثة.

سابعاً: المراجـــــع:

باسلامة، حسين عبد الله (1400): تاريخ عمارة المسجد الحرام، الكتاب العربي السعودي رقم 16، منشورات دار تهامة، الطبعة الثالثة.

السباعي، أحمد (1399هـــ): تاريخ مكة، مطبوعات نادي مكة الثقافي، دار مكة للطباعة والنشر والتوزيع، الطبعة الرابعة.

سراج الدين، إسماعيل (1401هـــ): المدينة العربية وتراثها الحضاري الإسلامي بين المكونات المادية والمقومات المعنوية، أبحاث ندوة المدينة العربية المنعقدة في المدينة المنورة في 24-29 ربيع الثاني 1401.

السرياني، محمد محمود (1986): مكة المكرمة دراسة في تطور النمو الحضري، سلسلة بحوث الجمعية الجغرافية الكويتية، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت، رقم 87.

عبد الباقي، مصطفي (1403هـــ): مكة المكرمة انتشارها وتركيبها الداخلي، بحث مقدم الى ندوة المدينة السعودية التي عقدت بقسم الجغرافيا بجامعة الملك سعود في 7-9 جمادي الثانية 1403.

عزيز، محمد الخزامي (2001): النمذجة الكارتوجرافية الآلية لتطور النمو العمراني في الكويت، سلسلة بحوث الجمعية الجغرافية الكويتية، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت، عدد 257.

الموسوي، مصطفى عباس (1982): العوامل التاريخية لنشأة وتطور المدن العربية الإسلامية، دار الرشيد للنشر، منشورات وزارة الاعلام والثقافة العراقية، بغداد.

Borgida, A. (1986): Conceptual Modeling of Information Systems, in On Knowledge Base Management Systems, Brodie, MJ & Mylopoulos, J.(eds.), New York, Spring Verlag, pp. 461-465.

British Library Cataloging, (1993): Records of the Hajj: a documentary history of the pilgrimage to Mecca, Archive Editions, London, Vol. 10, Documents and Maps.

Fotheringham, A.S. and M. Wegener (eds.) (2001): Spatial Models and GIS New Potential and New Models, GISDATA 7, Taylor & Francis, London.

Langgram, G. (1992): Time in Geographic Information Systems, London, Taylor and Frances ltd.

Longley, P. and M. Batty(eds.) (1996): Spatial Analysis: Modeling in a GIS Environment, John Wiley & Sons, Inc.

Lourenco J. and J. Mendes (1998): Urban Growth Modeling and GIS, in: Pascolo P. and C.A. Brebbia (eds.), GIS technologies and their environmental applications, WIT press, Southampton, Boston, pp. 221-230.

Nyerges, T.L. (1980): Modeling the structure of cartographic Information for query processing, PhD thesis, Ohio State University.

Taylor D.R.F. (1987): New Methods and Technologies in Cartography, the world digital atlas, in: Intern. Yearbook of Cartography, pp. 219-224.

Tomlin C.D. (1990): Geographic Information Systems and Cartographic Modeling, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Tomlin, C.D. (1991): Cartographic Modeling, in: Maguire D. et al, (eds.), geographic Information systems, vol. 1, pp. 361-374.

الفصل الثاني عشر

دراسات استراتيجية

الدراسة الأولى: تكامل نظم المعلومات الجغرافية والحكومة الالكترونية في دولة الكويت

ملخص:

لم تعد تعمل مراكز نظم المعلومات الجغرافية بعيدة عن بيئة وآلية عمل الحكومة الالكترونية، فكلاهما بات يشكل طرفاً تكاملياً للآخر، فاذا كانت الحكومة الالكترونية تسعى الى تحقيق المرونة التنفيذية في انجاز المعاملات اليومية للمواطنين بصورة آلية من خلال صفحات ويب لكل جهة من ناحية وصفحة ويب شاملة للجهات الحكومية المختلفة لتحقيق الاتصال البيني من جهة أخرى، فان عملية الارتقاء الخدمي على هذا المستوي سيتيح قنوات اتصال مرنة لتفعيل دور نظم المعلومات الجغرافية وخاصة في الاتصال المركزي مع قاعدة المعلومات المكانية الموحدة للدولة، وكذلك الاتصال البيني مع الجهات ذات العلاقة المباشرة في التطبيقات الوطنية المشتركة.

ولايخفى علينا جميعاً أن المعاملات الالكتر ونية التي يتم انجازها من خلال شبكة الحكومة الالكترونية تحتاج في معظمها الى بعض البيانات المكانية كالعناوين، أو بيانات تفصيلية حول قطع الأراضي، أو صحيفة الملكية للمراجعين، أو الخصائص المكانية للمواقع المطلوب انجاز معاملات بشأنها، لذلك فان تكامل نظم المعلوما ت الجغرافية مع نظم الحكومة الالكترونية يمثل في يومنا هذا أحد أهم الآليات التنفيذية السريعة.

وتناقش الورقة الجوانب المختلفة التي يمكن أن يتحقق فيها التكامل بين التقنيتين ، والتي يمكن ذكر بعضها على النحو التالي:

- تذليل آلية الاتصال الآني بين الجهات الحكومية ح يث يتيح الأسلوب التطبيقي المباشر لنظم المعلومات الجغرافية.
- توفير المرجعية المكانية بصورة مباشرة لجميع معاملات المستفيدين من الحكومة الالكترونية سواء على مستوى المواطنين أو على مستوى الجهات الرسمية.

- اتاحة الفرصة الى انجاز المشاريع الوطنية في سياق الحكومة الا لكترونية والتي تعتمد على المرونة التي تحققها قواعد المعلومات المكانية الوطنية الموحدة.
- تنفيذ المشاريع الوطنية الضخمة من خلال التكامل بين آلية الحكومة الالكترونية وقواعد المعلومات المكانية التي يتيحها مركز نظم المعلومات الجغرافية، ومن أمثلة هذه المشاريع : مشروع التعداد السكاني الآلي المخطط تنفيذه العام القادم 2005م.

وكنموذج تطبيقي للتكامل التطبيقي بين الحكومة الالكترونية وبين تقنية نظم المعلومات الجغرافية تناقش الورقة المقترح المقدم من جامعة الكويت الى وزارة التخطيط حول امكانية تنفيذ التعداد السكاني لدولة الكويت.

كما تتيح الورقة الفرصة للمناقشة حول امكانية تطوير التصور المقترح لامكانية الاستفادة منه في التعدادات السكانية بالدول العربية الأخرى مما يحقق أحد أهم أهداف المؤتمر العربي لنظم المعلومات الجغرافية في تطوير مهام الأجهزة الحكومية العربية.

المصطلحات العلمية:

نظم المعلومات الجغرافية، الحكومة الالكترونية، التكامل التقني، التعداد السكاني الآلي، دولة الكويت.

مقدمـــــة:

إذا إعتبرنا أن كلاً من تقنيتي نظم المعلومات الجغرافية والحكومة الالكترونية نتيجة منطقية لما حققته تقنية المعلومات والحاسب الآلي، فاننا نلا حظ أنه مازالت تسير التقنيتان في إتجاه منفرد باستثناء بعض النماذج القليلة عالمياً والتي تحقق فيها التكامل الجزئي أو الكلي للتقنيتين. وتقتصر في الغالب حالات التكامل على الجهات الحكومية التي نجحت في انشاء هيكلية راسخة لنظم المعلومات الجغرافية تعتمد على قواعد معلومات خدمية في صورة تطبيقات متنوعة، وكأحد هذه التطبيقات هو انشاء موقع عام Public Site يتيح خدمات للمواطنين من أهمها خدمات سياحية وارشادية بل وبعضها تطور الى خدمات عقارية.

واذا درسنا التجارب المختلفة في مجال الحكومة الالكترونية نجد أن التوجهات السائدة هى تحويل نظم التعامل اليومية بين الجهات الحكومية والمواطنين من ورقية الى رقمية، ومن ثم النهوض بمستوى آداء تلك الجهات وازالة العراقيل التقليدية التي يعاني منها المواطن العادي. ونلاحظ أن معظم المهام التي أنجزت في هذا المضمار تعتمد بنسبة لاتقل عن 90% منها على نظم المعلومات الوظيفية والتشغيلية والمالية والادارية والتي تخلوا تماماً من الاحتياج الى نظم المعلومات الجغرافية مما يجعل شمولية الاستفادة من الحكومة الالكترونية غير نموذجية لعدم اعتمادها على البعد المكاني للمعلومات.

ونظراً للنجاح الذي حققته الجهات الحكومية في مجال انشاء مراكز لنظم المعلومات الجغرافية واتاحة امكانية توفير قواعد المعلومات المكانية في صورتها الرقمية، لذلك بات من السهل تحقيق التكامل بين الأنشطة المختلفة في مجال الحكومة الالكترونية ونظم المعلومات الجغرافية، إلا أن أساليب التكامل بين التقنيتين تتباين من دولة الى أخرى، لذلك تسعى الورقة الحالية تصنيف مناهج التكامل بين التقنيتين المعروفة حالياً، وطرح منهجية مثالية من وجهة نظر الباحث لتطبيقها في دولة الكويت للتكامل بين التقنيتين في مجال التعداد السكاني بدولة الكويت.

موضوع البحث وأهميته:

يدور موضوع البحث حول التكامل التقني والمعلوماتي بين نظم المعلومات الجغرافية والحكومة الالكترونية، وتكمن أهمية البحث في الجوانب التالية:

- التباعد الشديد بين نظم المعلومات الجغرافية وبين الحكومية الالكترونية وخاصة في الدول العربية بالرغم من أن هناك أكثر من قاسم مشترك فيما بينهما يتمثل في قواعد المعلومات وتقنية نظم المعلومات ونظم الخدمات التشغيلية وتقنية الحاسب الآلي.
- البطء الشديد الذي يسود في مجال تنفيذ مشروع الحكومة الالكترونية في دول عربية عديدة، وذلك بسبب عدم توفر بنية معلوماتية مكانية تسهم في انجاح الحكومة الالكترونية بإعتبارها نظم خدمية وتحتاج الى الربط المكاني لأنماط

الخدمات المختلفة وعلاقتها المكانية بالعوامل الأخرى كالسكان والموارد والاسكان وغيرها.

- نجاح عدد من الدول العربية في انشاء نظم المعلومات الجغرافية الا أن هناك عوائق تقلل من مرونة الاستفادة منها بسبب عدم توفو آلية الاتصال المعلوماتي بين الجهات المختلفة لاعتمادها على النظم التقليدية.
- نجاح بعض الدول غير العربية في تحقيق التكامل بين التقنيتين بسبب التوافق التقني بينهما وحاجة الشعوب فيها الى المرونة في التعامل والتحضر في الاتصال الى جانب ارتفاع مستوى الوعي لدى شعوبها في التعامل مع تكنولوجيا المعلومات وبخاصة شبكات الانترنت، لذلك فانه من الضروري أن تنتهج الدول العربية هذا المستوى التقني التطبيقي بما يحقق التحضر والرقي.

منهج الدراسة:

تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي والمنهج التحليلي المقارن لعدد من النظم التطبيقية للتكامل بين تقنيتي نظم المعلومات الجغرافية ونظم الحكومة الالكترونية، وتوضيح مميزاتها وعيوبها، وطرح نموذج تطبيقي يعالج العيوب، ويستفيد من المميزات في النماذج العالمية.

المناقشة التحليل

أولاً: دواعي التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية والحكومة الالكترونية:

يقصد بالتكامل هنا هو اعتماد كل من التقنيتين على الأخرى لغرض استكمال نواقص معلوماتية أو تحقيق مرونة في تسيير المعلومات، فاذا كانت مهمة الحكومة الالكترونية هى انجاز شبكات من الاتصال البينية بين مؤسسات الدولة الحكومية والخاصة وبين المواطنين بغرض تسيير المعلومات الادارية والخدمية وانجاز المعاملات اليومية فان مهمة نظم المعلومات الجغرافية هى توفير قواعد بيانات مكانية لجميع موارد الدولة الطبيعية والبشرية والاقتصادية التي تحتاجها النظم الخدمية المختلفة وغيرها بالحكومة الالكترونية بغرض تقديم الخدمات بما يتفق مع معطياتها ا المكانية الحقيقية وليست الافتراضية مما يسهل استفادة

مباشرة للمواطن ويدعم متخذي القرارات في شأن برامج التنمية والمشاريع الوطنية الكبرى. أي أنه اذا اجتمعت المهمتان المذكورتان فانه يكون لدينا مايمكن أن نسميه نظم المعلومات الجغرافية المتكاملة Integrated GIS أو بمعنى آخر نظم المعلومات المفتوحة Open GIS .

ويمكن توضيح دواعي التكامل على النحو التالي:

1 - يمثل الموقع الجغرافي Geographic Location المرجعية المكانية الطبيعية لمناطق تواجد الموارد الطبيعية والبشرية والاقتصادية، والذي يمثل العمود الفقرى في نظم المعلومات الجغرافية، والذي تحتاج اليه نظم الحكومية الالكترونية وخاصة الخدمية منها.

2 - يحتل الموقع الجغرافي وظيفة هامة في تنظيم قواعد المعلومات العامة Public Information Databases كأحد متطلبات الحكومة الالكترونية، والذي يطلق عليه في هذا المضمار اسم العنوان الجغرافي Geographic Address .

3 - تعتبر عملية التكامل بين قواعد المعلومات العامة وبين النظم الادارية أحد أهم متطلبات الحكومة الالكترونية.

4 - تمثل المعلومات المكانية Spatial Information مفتاح نجاح الحكومة الالكترونية، وذلك لدورها في دعم طرق جمع وحصر المعلومات الميدانية من خلال قنوات اتصال آنية بنظم الحكومة الالكترونية.

5 - اذا تضمنت نظم الحكومة الالكترونية المواقع الجغرافية للمراكز التجارية ومراكز الخدمات العامة ومناطق التغطية لكل منها والتي تحيط بها فانه يسهل طرح الخدمات التجارية والخدمية بصورة تتفق مع الواقع وتحقق فائدة أفضل.

ثانياً: أنماط التكامل بين التقنيتين:

تتباين أنماط التكامل بين التقنيتين من دولة الى أخرى، فمنها تأخذ النمط الشامل على مستوى الدولة State-wide Integrated GIS and e-Government [1]، ومنها النموذج الألماني حيث يعتمد على خدمات الويب لنظم المعلومات الجغرافية المفتوحة Open-GIS Web Services ويمثل نموذج تطبيقي لجميع الخدمات الالكترونية في المجال العقاري Real Estate وقد تم تطبيقه في ميونخ لخدمة جميع المستخدمين في ألمانيا، ومنها تأخذ النمط الاقليمي داخل الدولة Province- wide Integrated GIS and e-Government، منها النموذج الفنلندي [2]، حيث يركز على تطبيق تكامل بين نظم المعلومات الجغرافية والحكومة الالكترونية في اقليم كوفولا Kouvola في جنوب شرق فنلندا. ومنها مازال يأخذ نمطاً محدوداً وطموحاً على مستوى جهة واحدة في الدولة وخاصة البلدية Municipality Integrated GIS and e-Government [3]، والذي يعرض جهداً فردياً متميزاً في بلدية الكويت لنظام قطع الأراضي Parcels Information Systems في صورة صفحة خدمية للمواطنين للاستعلام عن ممتلكاتهم العقارية، والحصول على صك الملكية وغيرها من البيانات بصورة آلية من أي مكان دون ضرورة مراجعة البلدية. كما يوجد نموذج آخر لبعض الجهات المتعاونة بصورة ضيقة Applied Circle Integrated GIS and e-Government، من بينها نموذج مدينة لوس أنجلوس في ولاية كاليفورنيا [4]، وهو نموذج للتعاون بين ادارة المرور وبلدية مدينة لوس أنجلوس، حيث يتيح خدمات خرائطية آنية للمرور Real-time traffic maps بالاضافة الى خدمات للمواطنين تتعلق

---

[1] (راجع: Teege Gunnar, Application of OpenGIS Webservices in the "Real Estate" Domain, Munich, Germany, 2004.

[2] (راجع: Ahonen Pasi, GIS and e-Government, e-Government in Regions Conference, Katowice, Poland, March 2004.

[3] (راجع: Aljasim Waleed, GIS @Kuwait Municipality, Kuwait GIS-ESRI User's Conference, March 2004.

[4] (راجع: Kaylor Charles and Freeman Mike, GIS: Catalyst for e-Government Development, a collaborative paper, PSI Group and HDR Management Consulting, 2004.

بجميع شؤون المدينة ذات العلاقة المكانية مثل خدمات الكهرباء والهاتف وخدمات توصيل المنازل والخدمات الأمنية وغيرها.

وبينما نطمح في عالمنا العربي الى وجود النمط الأول بل وأكثر من ذلك لنحقق نمطاً جديداً يطلق ع ليه النمط العربي Arab Integrated GIS and e-Government ليضم جميع الموارد الطبيعية والبشرية والاقتصادية بما فيها الخدمات العامة ونظم المعاملات اليومية وغيرها، نرى أن النمطين الأخيرين هما السائدين حتى اليوم في الدول العربية التي حققت خطوات ملموسة في مجال الحكومة الالكترونية ونظم المعلومات الجغرافية.

وبدراسة الأنماط المختلفة يمكن استخلاص تباينها تبعاً للمعايير التالية:

- مدى توفر البنية المعلوماتية المكانية
- درجة التكامل بين الجهات الحكومية بصورة بينية
- درجة التكامل بين الجهات الحكومية والقطاع الخاص
- المستوى التقني للقطاع الخاص في مجال التقنيتين
- وضوح الرؤية والمتطلبات المستقبلية.
- طبيعة التعامل مع متخذي القرارات.

ثالثاً: آلية التكامل النموذجية بين التقنيتين:

ربما يتساءل البعض: أين تقع نقطة البداية للتكامل؟ هل يجب أن تبدأ نظم المعلومات الجغرافية، ثم تليها الحكومة الالكترونية؟ أيهما يعتبر جزءاً من الآخر؟ وعندما يتم التكامل ماذا يمكن أن نسميه؟ هل هناك اسم يمكن أن يجمع بين التقنيتين في صورة متكاملة وتعبر عن دورهما؟

كل هذه التساؤلات وغيرها يمكن أن تشكل أساساً فكرياً لآلية التكامل بين التقنيتين . فيؤكد أهونن Ahonen, 2004 بأن المؤسسات الحكومية التي نجحت في انشاء نظام معلومات جغرافي هى أقرب من غيرها الى حافة انجاز مشروع الحكومة الالكترونية ، أي أنه يقصد أولا الانتهاء من نظم المعلومات الجغرافية ثم البدء في الحكومة الالكترونية باعتبار

أن نظم المعلومات الجغرافية هى نظم خدمية لتوفير البنية المعلوماتية المكانية التي تحتاجها جميع الخدمات الحكومية المختلفة. بينما يوضح تييجه Teege, 2004 بأن كل من نظم المعلومات الجغرافية ونظم الحكومة الالكترونية يجب أن يتم تصميمهما في صورة متوازية بحيث يضع كل منهما متطلبات الآخر في الاعتبار أثناء مرحلة ال تصميم وعندما يلتقيان في تقديم الخدمات يصل كل منهما الى هدفة، حيث رى أنه اذا اعتبرنا أن نظم المعلومات الجغرافية بمثابة بنك للدم، فان الحكومة الالكترونية تمثل الدورة الدموية التي يمكن أن تستفيد من مكونات بنك الدم وتوزعه على الجسم لتغذية جميع الأطراف، واذا توقفت الدورة الدموية – أي المقصود هنا الحكومة الالكترونية– فان بنك الدم سيكون عديم الفائدة.

ونرى أن التقنيتين متلازمتان تماماً منذ البداية، وخاصة وأن الحكومة الالكترونية تمثل آلية تنفيذية لتسيير جميع شؤون البلاد وخاصة الخدمية منها، والتي لايمكن أن تتم دون الاعتماد على البنية المعلوماتية المكانية التي توفرها نظم المعلومات الجغرافية، وعليه نرى أن لايجب أن تقتصر الحكومة الالكترونية على النظم الادارية والتشغيلية لأجهزة الدولة ىفحسب، ولكن يجب أن تذهب الى أبعد من ذلك حيث تربط جميع الخدمات الوظيفية والتشغيلية بعنصري المكان والوقت بحيث تتيح للمواطنية مايمكن أن نسميه الحكومة الالكترونية الشاملة Total eGovernment من خلال خدمات على صفحات الويب في جميع المجالات Web-enabled Services.

وعليه فان الآلية المثلى للتكامل بين نظم المعلومات الجغرافية والحكومة الالكترونية يمكن توضيحها على النحو التالي:

1 – تجهيز قاعدة معلومات مكانية تشمل جميع الموارد البشرية والطبيعية والاقتصادية في البلاد، تعتمد على موسوعة معلوماتية وطنية موحدة National Data Dictionary ، ونظم احداثيات جغرافية موحدة، وفهرسة جغرافية Geocoding للظاهرات المكانية المختلفة م ن خلال العنونة المكانية Local Addressing .

2 - وضع آلية للتحديث المعلوماتي يتفق مع التخصصات المختلفة بحيث تقوم كل جهة بتحديث المعلومات المكانية المتعلقة بمهامها وذلك بالاعتماد على مرجعية الموسوعة المعلوماتية.

3 - اتاحة شبكة من الاتصال الآني Real-Time Communication بين قاعدة المعلومات المكانية وبين الجهات المختلفة بغرض تسيير قواعد المعلومات المكانية واتاحة التحديث الآني والمستمر للمعلومات.

4 - تصميم صفحات الويب لكل جهة Ministry Homepage تشمل النظم الادارية والخدمية ونظم المعاملات اليومية بين الجهات الكومية البينية، وكذلك نظم التعاملات اليومية بين كل جهة والمواطنين، بحيث يتم دمج وظائف ربط لهذه النظم الفرعية مع قواعد المعلومات المكانية، فمثلاً : نظام السجلات العقارية يجب أن لايقتصر على توفير المعلومات الوصفية كاسم المالك ومساحة المنطقة وتاريخ التسجيل وغيره، ولكن على الربط المكاني للعقار بحيث يمكن الاستفسار عن العقارات المجاورة، وطبيعتة استخدامها، والعقارات المماثلة من حيث المواصفات والمكونات وغيرها.

5 - اتاحة صفحات الويب للجهات بصورة مستمرة وعلى أجهزة موزع Servers ذات كفاءة عالية، لكي لاتتعرض الى البطء أو التوقف في حالة ارتفاع عدد المستفيدين في أوقات الذروة، على أن تكون الصفحات مناسبة للمواطنين Citizen-Friendly Access Web Services .

ومن هنا نرى أن الخدمات التي تقدمها نظم المعلومات الجغرافية للحكومة الالكترونية تتمحور في توفير قاعدة معلومات مكانية موثوقة ودقيقة وحديثة وتناسب جمي ع التطبيقات المختلفة بالدولة.

رابعاً: الوضع الحالي للتكامل بين مشروع الحكومة الالكترونية ومشروع المركز الوطني لنظم المعلومات الجغرافية في دولة الكويت:

لاتختلف دولة الكويت كثيراً عن معظم الدول العربية التي تهتم بادخال تقنية الحكومة الالكترونية، فقد صدرت القرارات العليا بشأن إنشاء جهازاً مركزياً تنفيذياً لمشروع الحكومة الالكترونية في أوائل عام 2001، وتم عقد سلسلة من الندوات والمؤتمرات الوطنية التوعوية الموجهة للجهات الحكومية والقطاع الخاص على أساس مجال التخصص وكيفية الاستفادة، منها خُصص للجهاز التعليمي في البلاد، وغيرها خُصص لفتح قنوات تكامل وتعاون بين القطاعين الحكومي والخاص.

إلا أن الانجازات الحقيقية التي يمكن استخلاصها هو أن هناك عدد كبير من الجهات الحكومية قد سعى بصورة مستقلة نحو انشاء الحكومة الالكترونية وخاصة في تقديم الخدمات، ومن أهمها وزارة الداخلية، والهيئة العامة للبطاقة المدنية، وبلدية الكويت، ومازالت بقية الجهات تدور في فلك نقطة البداية الحقيقية.

وبالرغم من أن هناك ثلاثة جهات قد طبقت الحكومة الالكترونية بنسب متفاوتة، الا أن الجهة التي استفادة من خدمات نظم المعلومات الجغرافية وما تتيحه من قواعد معلومات مكانية تقتصر فقط على ادارة نظم المعلومات في بلدية الكويت والمتمثلة في نظام القسائم والذي يجمع بين آلية الحكومة الالكترونية وطبيعة خدماتها للمواطن ين وبين إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية على هيئة قواعد معلومات مكانية للقسائم، واجراء بعض الاستفسارات و طباعة الخرائط ومستندات الملكية . هذا الى جانب نظام عام وشامل يتيح معلومات سياحية حول الكويت ومعطياتها الحضارية والحضرية وذلك بالاعتماد على الخرائط الجغرافية العامة من حيث مقياس الرسم ا لصغير ، ومحدودية التفاصيل المكانية.

ومن ناحية أخرى فقد نجح الباحث في انشاء اللجنة الوطنية لتسيير نظم المعلومات الجغرافية بدولة الكويت بقرار من مدير جامعة الكويت وتضم أعضاءًا من جميع الوزارات والمؤسسات الحكومية في الكويت بغرض انشاء المركز الوطني لنظم

المعلومات الجغرافية، وقد تمكنت اللجنة من اعداد المشروع في شكله النهائي وحصلت على موافقة مجلس جامعة الكويت، وتقديم المشروع الى الأمانة العامة لمجلس الوزراء الموقر تمهيداً لاقراره قريباً باذن الله . وقد تم عرض فكرة المشروع، ومنهجية تصميم قاعدة المعلومات المكانية الوطنية في المؤتمرين السابقين[5].

وبالرغم من أن المشروعين يمثلان دعائم وطنية حقيقية لمتخذي القرار في دولة الكويت، الا أن هناك حلقة مفرغة بينهما ترجع في حقيقتها الى استبعاد الفريق القائم على مشروع الحكومة الالكترونية لفكرة تكامل أو دمج المشروعين، باعتبار أن الفكرة السائدة لدى الفريق هى عدم وجود ضرورة لذلك مبررين ذلك بأن الحكومة الالكترونية هى نظم ادارية لجميع أقسام الوزارات وطرح الخدمات على الويب دون ضرورة النظر الى البعد المكاني لها، وتقتصر الجهود التي تبرز التكامل على بعض الجهات التي يمثلها نفس الشخص في المشروعين، والذي يسعى الى تحقيق طموح التكامل، وخير سبيل على ذلك بلدية الكويت.

وسيعمل المركز الوطني لنظم المعلومات الجغرافية على توفير قاعدة المعلومات المكانية الوطنية الموحدة من المفردات والمكونات ونوعية الملفات للاستقراء، ومن ثم صيانتها بغرض دعم الجهات الحكومية التي ترى أن نظم الحكومة الالكترونية تقتصر فقط على النظم الادارية وتنفيذ معاملات المواطنين بهدف توسيع دائرة خدماتها الى التوقيع المكاني بما يتفق مع الواقع ويحقق المتطلبات اللازمة للتنمية، وخاصة في المشاريع التنموية الكبرى.

خامساً: نموذج تطبيقي للتكامل بين التقنيتين:

وكنموذج تطبيقي للتكامل التطبيقي بين الحكومة الالكترونية وبين تقنية نظم المعلومات الجغرافية نعرض فكرة المشروع المقترح المقدم من جامعة الكويت [6] الى

---

[5]) راجع: محمد الخزامي عزيز: مشروع إنشاء المركز الوطني لنظم المعلومات الجغرافية بدولة الكويت، المؤتمر الاقليمي الأول لنظم المعلومات الجغرافية، معهد تكنولوجيا المعلومات، القاهرة أبريل 2002.
وأيضاً: محمد الخزامي عزيز: منهجية تصميم الموسوعة المعلوماتية للمركز الوطني لنظم المعلومات الجغرافية بالكويت، المؤتمر الاقليمي الثاني لنظم المعلومات الجغرافية، معهد تكنولوجيا المعلومات، القاهرة، مايو 2003.

[6]) تم تجهيز واعداد المشروع كمهمة استشارية للباحث مقدمة للوحدة الاستشارية لنظم المعلومات الجغرافية بجامعة الكويت، وتم ادخال تعديلات عليها من الزميل الدكتور جاسم محمد العلي، رئيس الوحدة بالتعاون مع شركة مركز براك الدولي بالكويت.

وزارة التخطيط حول إمكانية تنفيذ التعداد السكاني لدولة الكويت بالاعتماد على التكامل بين التقنيات التالية:

1) تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS تدير قاعدة المعلومات المكانية لخرائط التعداد Census maps وتعتمد على نظام اسري ESRI Software
2) تقنية نظم تحديد المواقع GPS تنظم استقراء اشارات تحديد احداثيات المواقع من الأقمار الصناعية لتوجيه العدادين ميدانياً، وتحقق في نفس الوقت المراقبة الفعلية للعداد، حيث لايستطيع البدء في التعداد قبل التحقق من صحة المو اقع الجغرافية للمربع الاحصائي، ويسمح له النظام المحمول فتح استمارة التعداد الآلية
3) نظم الحاسب الآلي المحمول من نوع Ipaq PDA والتي تحتوي على نظم الاتصالات GSM/GPRS بحيث يتوفر فيها معالج بسرعة 400 ميجاهيرتز، وذاكرة رام 128 ميجابايت.
4) نظم البث المعلوماتي المباشر Online data download من خلال شبكة GSM/GPRS
5) نظم الخرائط المحمولة Mobile Mapping Systems والتي تربط التقسيمات الميدانية مع جداول بيانات التعداد على أجهزة الحاسب الآلي المحمولة.
6) نظم الرصد السكاني الآلي Automated Census والتي يتم برمجتها باستخدام لغة البرمجة فيجوال بيسك لكي تتيح ادخال بيانات التعداد بعد التأكد من الموقع الجغرافي، وادخال رقم الموقع الاحصائي، وادخال رقم البطاقة المدنية لرب الأسرة أو أحد أفرادها.
7) توفر خادم مركزي من نوع Server – HP Compaq ML 370, Xeon Dual Processor, 4 GB Memory, 73X3 Ultra SCSI .
8) قاعدة البيانات المكانية يتم توفيرها مباشرة على أوراكل Oracle 9i Enterprise Edition.

وتتمثل فوائد الحكومة الالكترونية من هذا المشروع التطبيقي في الجوانب التالية:

1) امكانية توفير بيانات التعداد فور الانتها ء من الرصد الميداني، بدلاً من الطرق التقليدية التي كانت تستغرق أكثر من سنة في ادخال ومراجعة البيانات.

2) امكانية اعتماد الجهات الحكومية على بيانات التعداد فور الانتهاء منه في تقديم الخدمات للمواطنين من خلال شبكة الحكومة الالكترونية.

3) امكانية دعم المجلس الأعلى للتخطيط والتنمية ببيانات صحيحة يرتفع فيها مستوى المصداقية عن مثيلتها التي كان يتم جمعها بالطرق التقليدية ويدخل فيها عامل الاهمال لدى العداد أو تسجيل أكثر من استبانه بمعرفته الخاصة دون أن يذهب للموقع الحقيقي.

4) امكانية اعتماد المركز الوطني لنظم المعلومات الجغرافية على قاعدة بيانات س كانية واسكانية وخدمية بصورة مرنة تنطبق تماماً مع مواقعها الجغرافية الحقيقية تتيح لجميع وحدات نظم المعلومات الجغرافية بالوزارات والهيئات المختلفة من الاستفادة المباشرة منها دون اللجوء الى المكاتبات الرسمية غير المجدية من ناحية الوقت ونوعية البيانات.

5) امكانية دعم نظم الخدمات العامة كالمياه والكهرباء والهاتف وغيرها على بيانات سكانية صحيحة وسريعة ترتبط بمواقعها الحقيقية مما يسهل عمليات التخطيط والمتابعة لمعرفة مناطق العجز في الخدمات لوضع الحلول المناسبة.

المراجـــــــع:

محمد الخزامي عزيز (2002): مشروع انشاء المركز الوطني لنظم المعلومات الجغرافية بدولة الكويت، المؤتمر الاقليمي الأول لنظم المعلومات الجغرافية، معهد تكنولوجيا المعلومات، القاهرة، أبريل 2002.

محمد الخزامي عزيز (2003): منهجية تصميم الموسوعة المعلوماتية المكانية الوطنية للمركز الوطني لنظم المعلومات الجغرافي ة بدولة الكويت، المؤتمر الاقليمي الأول لنظم المعلومات الجغرافية، معهد تكنولوجيا المعلومات، القاهرة،مايو 2003.

محمد الخزامي عزيز (2004): نظم المعلومات الجغرافية – أساسيات وتطبيقات للجغرافية، مرجع، منشأة المعارف بالاسكندرية، الطبعة الثالثة، 580 صفحة.

Ahonen Pasi, GIS and e-Government, e-Government in Regions Conference, Katowice, Poland, March 2004.

Aljasim Waleed, GIS @Kuwait Municipality, Kuwait GIS-ESRI User's Conference, March 2004.

Gnaege H.R., Palbst, S., Zwei Wege zur Geodateninfrastruktur: Modellbasierter Datenaustausch und GeoWebServices im Internet, Seminar Geoinformationssysteme, TU Muenchen, Marz 2004.

Kaylor Charles and Freeman Mike, GIS: Catalyst for e-Government Development, a collaborative paper, PSI Group and HDR Management Consulting, 2004.

Shahkarami, Mo et al, Natinal Origin-Destination Survey Databank: Web Enabled GIS, Integrated Transport Economics and Appraisal Division, Dept for Transport, UK.

Teege Gunnar, Application of OpenGIS Web services in the "Real Estate" Domain, Munich, Germany, 2004.

Warren David, URL to USL Web enalbled GIS, GIDdevelopment.net, Gita 2000.

الدراسة الثانية: منهجية تصميم الموسوعة المعلوماتية الوطنية للمركز الوطني لنظم المعلومات الجغرافية بدولة الكويت*

ملخص:

تهدف الورقة إلى مناقشة الجوانب المنهجية في تصميم الموسوعة المعلوماتية الوطنية والتي يجب أن تراعي الأسس التالية:

- التباين التطبيقي للمفاهيم الجغرافية حسب الأنشطة الخدمية في الجهات الفرعية للمركز الوطني
- التسلسل الهرمي للمفردات المعلوماتية في كل مجال تطبيقي
- الترميز النوعي والكمي للمفردات بما يتيح إمكانيات الاتصال البيني بين الجهات
- النمذجة المكانية للمفاهيم بحيث تحقق التوافق النوعي والكمي وتتيح نظم الاستقراء التبادلي بين قاعدة المعلومات والمستخدمين
- إتاحة إمكانية التحديث من قبل الجهات حسب تخصص كل جهة.
- إتاحة إمكانية إدراج وتطوير المعلومات التفسيرية Metadata للمفاهيم.
- تحقيق المركزية في تطوير وصيانة قاعدة المعلومات الرئيسية
- تحقيق اللامركزية في استقراء المعلومات من جميع الوحدات الفرعية من خلال مرشح معلوماتي يحقق السرية والخصوصية ويتيح الاستفادة المباشرة للمواطنين.

وتتيح الورقة الفرصة للمشاركين بالمناقشة حول إمكانية تطوير النموذج المقترح وتبادل الخبرات.

المصطلحات العلمية: الموسوعة المعلوماتية، المعلومات التفسيرية، المركز الوطني لنظم المعلومات الجغرفية، دولة الكويت

---

* تم إعداد الورقة بالتعاون مع شركة أوبن وير وكيل اسري في الكويت ESRI/Kuwait

مقدمـــــــة:

لم تعد الجهات الحكومية في الدول المتقدمة تعمل منفصلة عن بعضها في مجال نظم المعلومات الجغرافية وذلك بسبب وجود التداخل المعلوماتي الكبير بينها.

ومن أعم العوامل التي قد تعوق تحقيق النجاح في المشاريع الوطنية هو مواجهتها لمشاكل التبادل المعلوماتي، أو استقراء معلومات ضرورية، أو الحصول على معلومات متضاربة أو غير متوافقة من حيث التركيب، أو المفهوم، أو نظم الاحداثيات، أو مقاييس الرسم، أو نوعية المصدر، أو جودة ومصداقية المعلومات.

وتمثل التكاليف التي تنفق للتغلب على المعوقات المذكورة آنفاً، أهم عوامل تأخر أو تدهور مستوى المشاريع الوطنية، مما تنعكس على مستوى الجودة في نتائج تلك المشاريع وبالتالي تتوقف عجلة التحضر وتسود سمة التأخر بالرغم من كثرة المشاريع.

وقد تبين لنا أن العامل الأساسي في تلك الجوانب هو المعلومات ميث نوعيتها، ومصدرها، وتركيبها، ومرونة التعامل معها، ودرجة توافقها، ولذلك تأتي أهمية قواعد المعلومات الوطنية المعروفة باسم "الموسوعة المعلوماتية الوطنية لنظم المعلومات الجغرافية " ‘‘National GIS Data Dictionary’’ .

وتركز الورقة الحالية على منهجية تصميم هذا النوع من قواعد المعلومات وكيفية تشغيلها والاستفادة منها على مستوى الدولة State wise .

منهجية التصميم **Design Methodology**:

تغطي منهجية التصميم الجو انب التطبيقية المختلفة التي يجب أن تشملها عملية إعداد الموسوعة المعلوماتية الوطنية لنظم المعلومات الجغرافية، ويمكن تحديدها على النحو التالي:

1 - تحديد خصائص الشبكة التشغيلية للموسوعة System and Network Description
2 - تحديد قاعدة المعلومات الرئيسية Core Data Base
3 - تصميم نموذج التبادل المعلوماتي Data Sharing Model
4 - تصميم نموذج التركيب المعلوماتي للموسوعة Data Structure Model

5 – استراتيجيات الاستقراء والحماية للموسوعة Downloading and Security Policy

أولاً: خصائص الشبكة التشغيلية للموسوعة:

لتحقيق المرونة والاستفادة المثلى من الموسوعة المعلوماتية يجب وضع مواصفات الحد الأدنى لمحطات العمل الفرعية في الجهات الحكومية والتي تتصل بالموزع المركزي Main Server بالمركز الوطني لنظم المعلومات الجغرافية، وتتركز الخصائص على تحديد التالي:

1) مجموعة البرامج التطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية : وهذه البرامج هى :

Arc/Info, Arc/Editor, Arc/View, Arc/Explorer, Arc/IMS, Map/Objects

2) مواصفات الأجهزة: كحد أدنى يجب توفر أجهزة انتل على النحو التالي :-PC

Intel, Windows NT 4.0 with Service Pack 6a (or) Windows 2000 (or) Windows XP (Home Edition and Professional), 256 MB RAM or Higher, Pentium 4, 1.0 GHz or Higher, 17-21inch True color Monitor with a minimum of 16 MB Video Card.

3) مواصفات الموزع المركزي GIS Main Server: من حيث البرامج يجب وضع البرامج التالية: Arc/SDE, Arc/IMS, Database Engine

وبالنسبة للموزع المركزي يجب أن تكون مواصفاته على النحو التالي:

SUN FIRE V880 – Qty-2

Processor: UltraSPARC® III
Architecture : Superscalar SPARC 9
Processor: 4 @ 900MHz upgradeable to 8 processors
Memory: 8GB Memory expandable to 32Gb
Memory management: 128 (16 KB pages, two-way associative) plus 16 fully associative entries

512 (16 KB pages, two-way associative) plus 16 fully associative entries
Cache (on chip): 64-KB data and 32-KB instruction
Secondary (L2): 8 MB external
Storage Media: Sun StorEdge 3910 Series – 1.3 TB - Qty 1

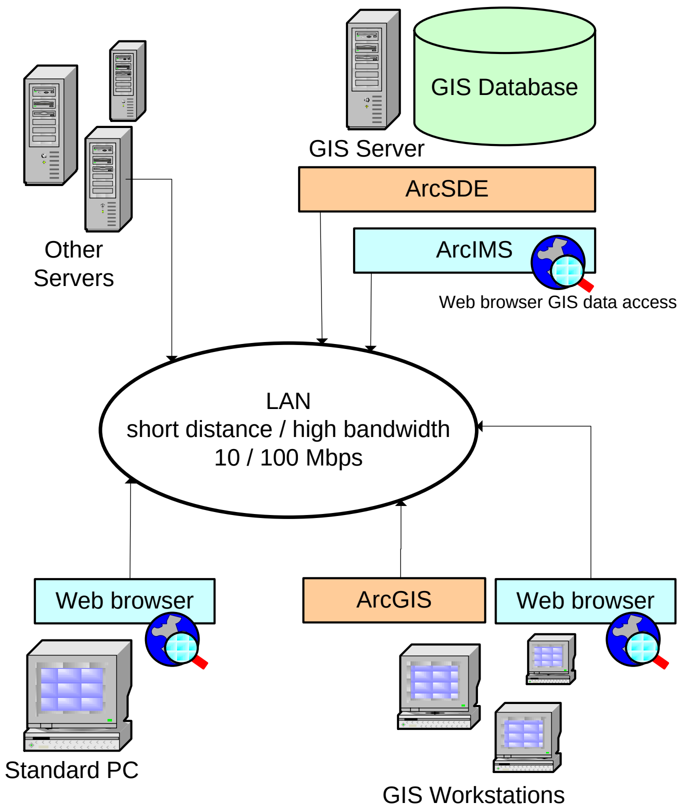
ثانياً: قاعدة المعلومات الرئيسية:

تحتاج الموسوعة المعلوماتية إلى قاعدة معلومات مناسبة تسهم في إعدادها وتصميمها من خلال القدرات البحثية والتخزينية للمعلومات المكانية ذات الحجم المعلوماتي الكبير، وعليه فان قاعدة المعلومات المعروفة باسم أوراكل "Oracle" وبالتكامل مع قاعدة المعلومات المكانية المتوفرة في نظم المعلومات الجغرافية والمعروفة باسم قاعدة المعلومات المكانية Spatial Database Engine (SDE) يمثلان معاً قاعدة المعلومات الرئيسية Core Database بالنسبة للموسوعة المعلوماتية، والتي يجب توفرها في المركز الوطني وكذلك في جميع الجهات الفرعية المستفيدة.

ثالثاً: نموذج التبادل المعلوماتي Data Sharing Model:

تعتمد عملية التبادل المعلوماتي بين المركز الرئيسي والوحدات الفرعية في الجهات المختلفة على مستويات ثلاث يمكن توضيحا على النحو التالي:

أ) **الاتصال ال داخلي بالجهات Authority Internal GIS Structure**: يجب أن تحتوي التجهيزات الداخلية في كل على مجموعة البرامج التالية: Arc/GIS, Arc/SDE, Oracle Database, and Web browser. وعليه يتم الاتصال الداخلي في الإدارات المختلفة بالجهة نفسها بقاعدة المعلومات الداخلية Internal Database وهى Oracle بواسطة Arc/GIS وأيضاً Arc/SDE. والشكل (1) يوضح هيكلية الاتصال الداخلي بالجهة.



شكل (1): هيكلية الاتصال الداخلي في الجهات الفرعية

ب) الاتصال المعلوماتي الخارجي بين المركز الوطني والجهات المختلفة :Community GIS Structure

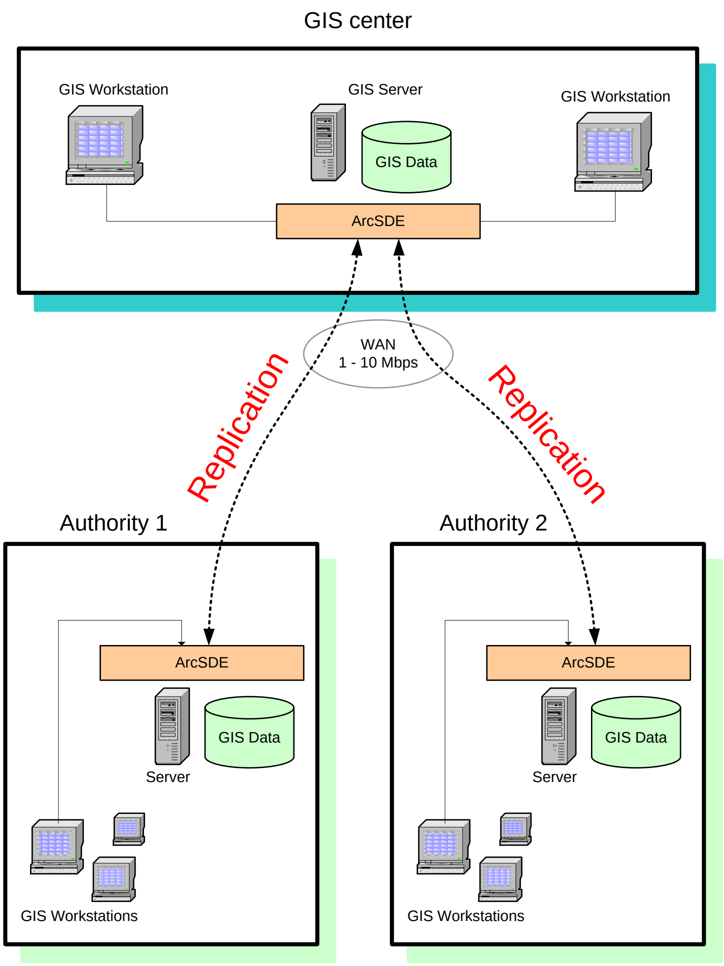
تعتمد الاتصالات المعلوماتية بين المركز والجهات الحكومية المختلفة من خلال حلول التركيب الطبقي Layered structure solution والذي يعتمد على الدمج بين نمطين يعملان معاً على النحو التالي:

1- **نمط التركيب الطبقي للمعلومات Data Layered Solution** (شكل 2): ويتكون من وضع برنامج Arc/SDE على الموزع المركزي Server end ووضع برنامج Arc/GISعلى وحدة العمل للمستخدم أو المستفيد user end، ويتحقق الاتصال المباشر بين قاعدة المعلومات الرئيسية بالمركز وبين المستفيد بسرعة عالية وتسهم في توفير إمكانية التنقيح ووظائف عرض إضافية Strong GIS editor and viewer functionality.

ويحتاج هذا النمط من الاتصال المعلوماتي وضع برامج على الوحدة المركزية GIS Center Unit هى برنامج Arc/GIS و برنامج Arc/SDE مع قاعدة المعلومات أوراكل Oracle. أما في الوحدات الخارجية GIS External Units في الجهات المختلفة توضع نفس البرامج مع قاعدة أوراكل للجهة.

وتعمل كل وحدة خارجية في نسخ قاعدة المعلومات المتوفرة لديها على الوحدة المركزية، وأيضاً استرجاع قواعد المعلومات من الجهات الفرعية الخارجية الأخرى، أي تحقق المركزية واللامركزية في التبادل المعلوما تي في نفس الوقت، وتتم هذه العملية من خلال برنامج Arc/SDE الذي يعمل على واجهة قاعدة المعلومات أوراكل Oracle Database. وتستطيع أي وحدة عمل خارجية استقراء المعلومات من قاعدة المعلومات المتوفرة فيها من خلال برنامج Arc/GIS.

ويسهم برنامج Arc/SDE بالاعتماد على إمكانيات أوراكل في عملية استنساخ المعلومات Data Replication بنمطين هما الاستنساخ المتعدد Multimaster Synchronous Replication والاستنساخ للقراءة فقط Read only snapshot replication .



شكل (2): نمط التركيب الطبقي للمعلومات بين المركز الوطني والجهات الفرعية

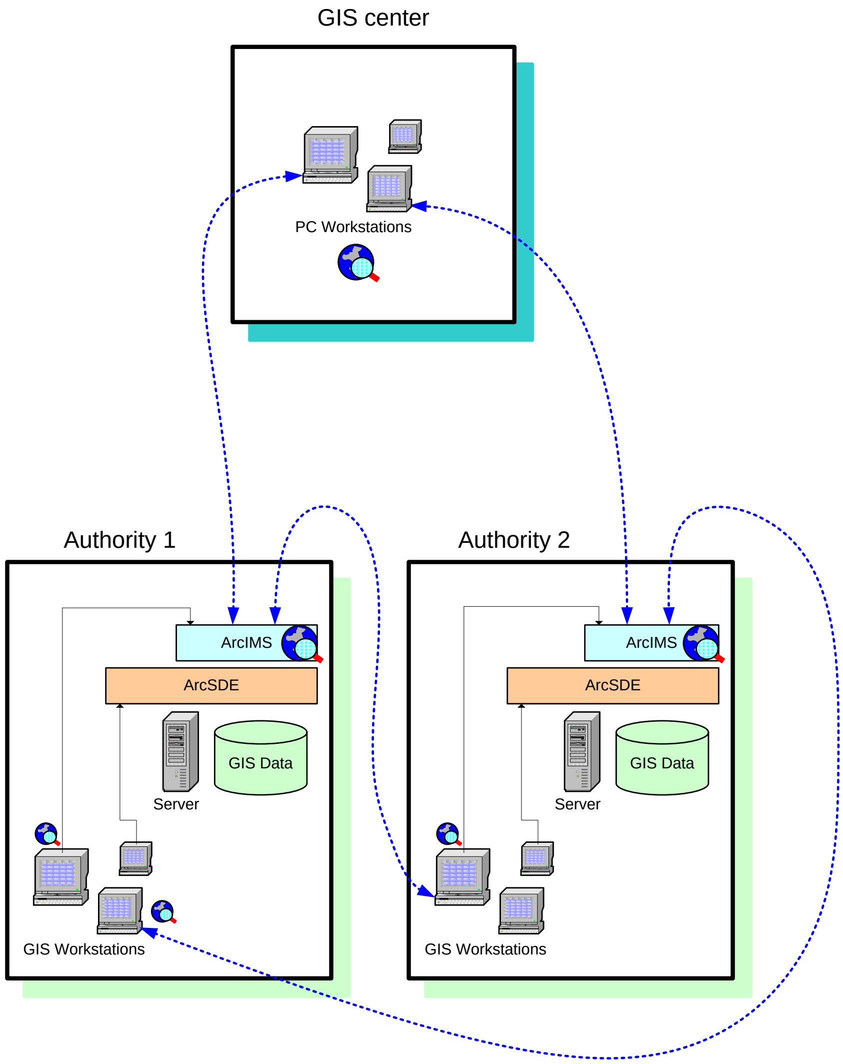
2- **نمط التركيب بالاعتماد على الويب Web Layer** (شكل 3): حيث يحتاج هذا النمط توفر برامج عرض الانترنت Internet Browser على الوحدة المركزية GIS Center Unit، وتوفر برامج Arc/GIS و Arc/SDE اللذان يعملا على أساس قاعدة المعلومات أورا كل بالجهات الفرعية بالإضافة إلى برنامج عرض على الانترنيت Internet Browser .

وتتحقق هذه العملية على النحو التالي:

- كل وحدة خارجية يمكنها الاستفادة من المعلومات المتوفرة داخل الجهة الحكومية بواسطة الاتصال الداخلي Interanet وتوفر برامج Arc/SDE على قاعة المعلومات أوراكل.

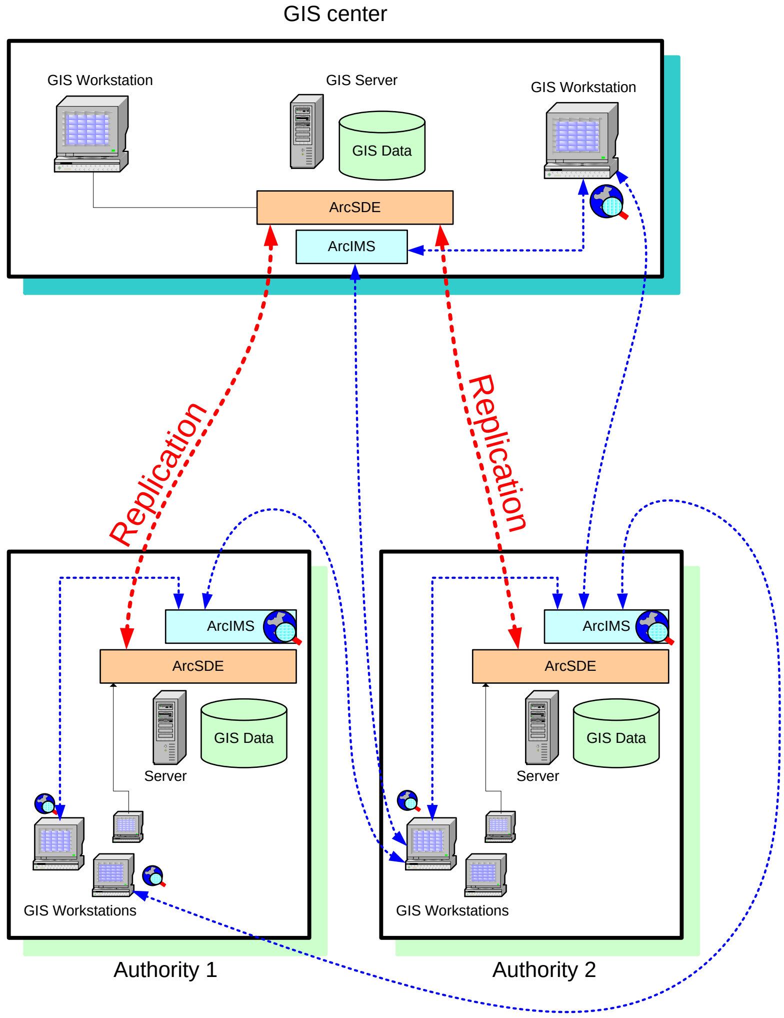
- كل وحدة خارجية يمكنها الاتصال بقواعد المعلومات المتواجدة في الجهات الأخرى من خلال متصفح الإنترنت بالإضافة إلى برنامج Arc/IMS بشرط أن تتواجد قاعدة المعلومات بالجهة الأخرى على الموزع المركزي المتصل بالويب Web Server.

- يجب التنويه إلى انه من الضروري توفر برنامج Arc/IMS على الموزع المتصل بالويب في جميع الجهات التي تحتاج إلى تبادل معلوماتي فيما بينها.



شكل (3): نمط التركيب بالاعتماد على الويب بين الجهات الفرعية المختلفة والمركز

3- النمط المدمج **Integrated Solution** (شكل 4): ويتضمن هذا النمط توفر برامج محددة على كل من الحاسب المركزي في المركز الرئيسي لنظم المعلومات الجغرافية GIS Center Unit و الوحدة الفرعية لنظم المعلومات الجغرافية GIS External Unit في الجهات المختلفة، ومجموعة البرامج تغطي ثلاثة محاور هى : برامج لنظم المعلومات الجغرافية مثل Arc/GIS ، وبرامج لقواعد المعلومات المكانية مثل Arc/SDE على أساس أوراكل، وأخيراً برامج للتبادل والاستقراء المعلوماتي على الإنترنت مثل Arc/IMS وبرامج متصفح الإنترنت.



شكل (4): النمط المدمج للتبادل المعلوماتي بين المركز وبين الجهات الفرعية

وتتم عملية التبادل المعلوماتي على النحو التالي:

- كل وحدة خارجية GIS External Unit تنسخ قواعد المعلومات إلى الوحدة المركزية GIS Central Unit وتسترجع معلومات من وحدات خارجية مماثلة في الجهات الأخرى وذلك من خلال التوافق بين برنام ج Arc/SDE وبرنامج أوراكل.
- يمكن المستفيدين الآخرين داخل الجهة الحكومية التابعة لها الوحدة الخارجية من استقراء المعلومات الخاصة بالجهة والمتوفرة على وحدة نظم المعلومات الجغرافية بها من خلال برنامج Arc/GIS وبرنامج Arc/IMS إلى جانب متصفح الإنترنت.
- جميع الوحدات الخارجية يمكن الاتصال اللامركزي فيما بينها وتبادل المعلومات بواسطة متصفح الإنترنت وكذلك برنامج Arc/IMS.

رابعاً: تصميم نموذج التركيب المعلوماتي للموسوعة Data structure Model:

تأخذ عملية تصميم المعلوماتي لموسوعة المراحل[1] التالية:

1 - مرحلة توحيد وبناء مفردات قاعدة المعلومات المكانية والوصفية Spatial and Attribute Database definitions
2 - مرحلة تحديد المفردات المتعلقة بالتخصصات التطبيقية حسب الجهات العاملة بالمركز الوطني
3 - مرحلة إنجاز الموسوعة المعلوماتية بثلاثة محاور هى : القاعدة الأساسية الموحدة Basic Database Definitions؛ قاعدة المفردات التطبيقية Applied Database Definitions؛ وموسوعة تفسير المفردات Metadata Dictionary

[1] تفاصيل المراحل والمكونات المعلوماتية للموسوعة ليست للنشر ولكن سيتم التحدث عنها بشكل أكثر تفصيلاً أثناء العرض بالمؤتمر لغرض المناقشة.

4 - مرحلة تشغيل التبادل المعلوماتي Data Sharing ووضع الحلول المتعلقة بالصلاحيات Accessibility وحماية المعلومات Data Security.

خامساً: استراتيجيات الاستقراء والحماية للموسوعة Downloading and Security Policy

هناك استراتيجيات عديدة لوضع ضوابط لاستقراء المعلومات وحمايتها، إلا أن معظمها يتعرض إلى الاختراق بطرق عديدة مع تقدم تقنيات البرمجة الذكية بمستوياتها المختلفة، وعليه نرى أن تأخذ استراتيجية الاستقراء والحماية للبيانات في المركز الوطني لنظم المعلومات الجغرافية بدولة الكويت أسلوباً مختلفاً من شأنه أن يقلل الاختراق، وذلك على النحو التالي:

1 - وضع مستويات من الاستقراء تضع البيانات في حيز الحماية حيث تحدد درجة الصلاحية بنوعية عمل المستفيد، فمثلا " الأشخاص العاملين في تطوير قواعد المعلومات وتحديثها في الجهات المختلفة لهم الصلاحية الأولى، ثم الأشخاص القائمين على إنجاز التطبيقات الصلاحية الثانية باعتبارهم لايحتاجون الاطلاع على تفاصيل التحديث، ولكن يمكنهم الحصول على نسخة غير قابلة للتغيير لإنجاز التطبيق عليها.

2 - ربط الصلاحية بالرقم التعريفي للجهاز الذي يعمل عليه الشخص؛ أي يصمم برنامج للتعرف على الرقم السري Password للشخص وربطة برقم التعريفي للجهاز الذي يتم تسجيله مسبقاً، وعليه فان الجهاز غير المسجل مسبقا لايستطيع استقراء البيانات.

3 - وضع مستوى خاص من الصلاحيات للتطبيقات البي نية بين أكثر من جهة والتي يدخل فيها حيز خاص من البيانات لايسمح للآخرين، ويتم استحداث هذا النمط من الصلاحيات بالاتفاق بين المركز وبين الجهات ذات الاتصالات والتطبيقات البينية.

References:

Association for Geographic Information (2003): About the AGI GIS Dictionary, Home Page of the Geography Dept., University of Edinburgh, Uk.

Aziz, M. (1992): Dictionary of GIS Terms, Dar El-Haqiqa for International Communication, Dar Elsalam, Cairo.

Aziz, M. (2002): Design and Implementation Plan for the National GIS Data Dictionary of Kuwait, unpublished study for the National GIS Center of Kuwait.

ESRI Vews (Fall 2002): Status Report on Arc/GIS Data Models.

Gifford Pinchot National Forest (1999): National Forest GIS Data Dictionary, Home Page of the Organization.

Misra, P. (2001): National Geo-Spatial Data Infrastructure (NGDI) (A Simplified Aproach), Workshop discussion paper, India.

Openware Company (2002): Techincal Proposal for the National GIS center of Kuwait, Product Descriptionbased on ESRI Products, unpublished report.

SCAR Working Group on Geodesy and Geographic Information (1999): Map and Data Standards Project – Summery of Feature Codes for Use on Maps and in Databases, and Data Dictionary.

USGS (2003): The Data Dictionary Transfer, Home Page of U.S. Geology Survey.